



**TUGAS AKHIR - MN 141581**

**DESAIN KAPAL WISATA SEMI-SUBMARINE UNTUK PERAIRAN  
TAMAN NASIONAL LAUT SAWU**

**Yoga Saputra  
NRP 4112100015**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**



---

**TUGAS AKHIR - MN 141581**

**DESAIN KAPAL WISATA SEMI-SUBMARINE UNTUK PERAIRAN  
TAMAN NASIONAL LAUT SAWU**

**Yoga Saputra  
NRP 4112100015**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### DESAIN KAPAL WISATA *SEMI-SUBMARINE* UNTUK PERAIRAN TAMAN NASIONAL LAUT SAWU

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal  
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**YOGA SAPUTRA**  
NRP 4112100015

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I



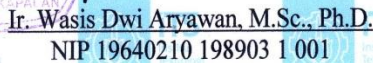
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.  
NIP. 19761029 200212 1 003



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19640210 198903 1 001

Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



  
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 14 JULI 2017

**LEMBAR REVISI**  
**DESAIN KAPAL WISATA SEMI-SUBMARINE UNTUK**  
**PERAIRAN TAMAN NASIONAL LAUT SAWU**

**TUGAS AKHIR**

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 6 Juli 2017

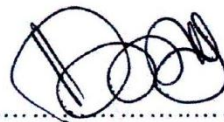
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal  
Program S1 Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

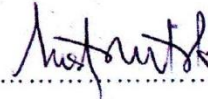
**Yoga Saputra**  
NRP 4112 100 015

**Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:**

Dony Setyawan, S.T., M.Eng.



Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

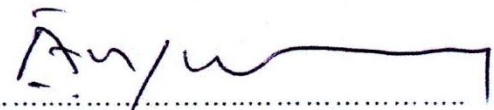


Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.

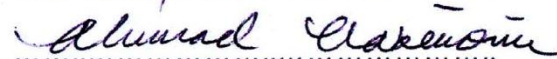


**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir**

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.



Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.



SURABAYA, 14 JULI 2017

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. dan Bapak Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, ilmu, untuk membimbing penulis serta memberikan arahan dan masukan selama pengerjaan tugas akhir.
2. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan.
3. Ibu dan Bapak yang sangat penulis cintai dan sayangi, terimakasih atas kasih sayang, doa, dan dukungannya.
4. Keluarga P-52 (FORECASTLE) yang selalu menemani dan mendukung.
5. Riwan Waloya dan Emma Peristina atas bantuan diberikan dalam pengerjaan tugas akhir.
6. Rekan-rekan satu dosen bimbingan Tugas Akhir.
7. Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 14 Juli 2017

Yoga Saputra

# **DESAIN KAPAL WISATA *SEMI-SUBMARINE* UNTUK PERAIRAN TAMAN NASIONAL LAUT SAWU**

Nama Mahasiswa : Yoga Saputra  
NRP : 4112100015  
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

## **ABSTRAK**

Indonesia merupakan Negara maritim yang terdiri dari pulau-pulau serta wilayah laut yang sangat luas. Oleh karena itu potensi wisata bahari yang ada di Indonesia sangat banyak. Potensi wisata bahari yang dimiliki Indonesia salah satunya adalah di kawasan Laut Sawu yang telah diresmikan pemerintah menjadi Taman Nasional Laut Sawu pada tahun 2014. Kekayaan bahari yang ada di kawasan Taman Nasional Laut Sawu sangat banyak terutama keindahan bawah lautnya yang dihiasi beragam jenis karang, ikan, termasuk paus serta lumba-lumba. Fasilitas dan sarana pendukung menjadi salah satu alasan wisatawan untuk berkunjung ke daerah tempat wisata. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini dilakukan desain kapal wisata semi-submarine beserta harga tiket, biaya operasional dan pembangunannya, sebagai salah satu sarana untuk melihat keindahan bawah laut di daerah Taman Nasional Laut Sawu terutama sekitar Kota Kupang. Dengan menggunakan analisis jumlah wisatawan sebagai acuan untuk menentukan jumlah payload. Setelah didapatkan jumlah payload lalu dicari ukuran utama semi-submarine. Kemudian dengan ukuran utama tersebut dilakukan perhitungan hambatan, power, berat, stabilitas, trim, dan lambung timbul untuk mendesain Rencana Garis, Rencana Umum, Safety Plan, 3D model dan harga tiket, biaya pembangunan serta operasional dari kapal semi-submarine ini. Desain semi-submarine ini diharapkan dapat menjadi sarana wisata dalam membantu pengembangan Taman Nasional Laut Sawu. Desain kapal semi-submarine dengan payload 30 orang penumpang beserta 2 orang kru, didapatkan ukuran utama kapal L: 14,49 m; B: 3.54 m; H: 2.98 m; T: 1.71 dengan biaya pembangunan sebesar Rp. 1,279,550,792 dan biaya operasional Rp. 779,957,080 serta harga tiket Rp 120.000 dengan waktu operasional 12 hari per bulan.

Kata kunci: Desain Kapal, Semi-Submarine, Taman Nasional Laut Sawu, Kota Kupang.



# **DESIGN OF SEMI-SUBMARINE FOR TOURISM IN SAWU SEA NATIONAL PARK**

Author : Yoga Saputra  
ID No. : 4112100015  
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology  
Supervisors : 1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

## **ABSTRACT**

Indonesia is a maritime country consisting of islands and a vast sea territory. Therefore, the potential of marine tourism in Indonesia is very diverse. One of Indonesia's marine tourism potential is Sawu Sea area that has been inaugurated by the government into Sawu Sea National Park in 2014. There are so many kind of marine wealth in Sawu Sea National Park, especially the underwater view which is decorated with various types of coral, fish, including whales and dolphins. Facilities and its supporting tools become one of the reasons for tourists to visit the tourism site. Therefore, in this final project discussed about the design of semi-submarine tourism ship with its ticket price, operational and building cost, as a means to see the beauty of the underwater view in the area of Sawu Sea National Park, especially around Kupang City. Based on the tourists data analysis, then it will be used to determine the payload amount. After obtained the payload amount then sought out the value of the main dimensions of semi-submarine. Main dimensions then carried out to resistance, power, weight, stability, trim, and freeboard calculations in designing the semi-submarine's lines plan, general arrangements, safety plan, and 3D model also its ticket price, building and operational cost. This Semi- submarine design is expected to become a supporting tourism facility in order to help the development of Sawu Sea National Park. This semi-submarine ship designed with payload of 30 passengers and 2 crews, and main dimensions of L: 14.49 m; B: 3.54 m; H: 2.98 m; T: 1.71 with building cost of Rp. 1,279,550,792 and operational cost Rp. 779,957,080 with ticket price Rp. 120.000 with 12 days operational time per month.

Keywords: Ship Design, Semi-Submarine, Sawu Sea, Kupang City.



# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERUNTUKAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR SIMBOL .....	xiii
Bab I PENDAHULUAN .....	1
I.1. Latar Belakang Masalah .....	1
I.2. Perumusan Masalah .....	2
I.3. Tujuan .....	2
I.4. Batasan Masalah .....	2
I.5. Manfaat .....	3
I.6. Hipotesis .....	3
Bab II STUDI LITERATUR .....	5
II.1. Potensi Wisata Taman Nasional Perairan Laut Sawu .....	5
II.2. Tinjauan Umum Daerah Operasional .....	6
II.3. Teori Desain Kapal .....	7
II.3.1. <i>Concept Design</i> .....	8
II.3.2. <i>Preliminary Design</i> .....	8
II.3.3. <i>Contract Design</i> .....	8
II.3.4. <i>Detail Design</i> .....	9
II.4. Metode Desain Kapal .....	9
II.4.1. <i>Parent Design Approach</i> .....	9
II.4.2. <i>Trend Curve Design Approach</i> .....	9
II.4.3. <i>Iteratif Design Approach</i> .....	10
II.4.4. <i>Parametric Design Approach</i> .....	10
II.4.5. <i>Optimation Design Approach</i> .....	10
II.5. Kapal Semi-submarine .....	10
II.5.1. Jendela Bawah Air .....	11
II.6. Tinjauan Teknis Desain Kapal .....	12
II.6.1. Penentuan Ukuran Utama .....	13
II.6.2. Perhitungan Hambatan .....	13
II.6.3. Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak .....	14
II.6.4. Perhitungan Berat .....	15
II.6.5. Perhitungan Stabilitas .....	15
II.6.6. Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	16
II.7. Faktor Ekonomis Desain Kapal .....	16
II.7.1. Biaya Operasional .....	16
II.7.2. Biaya Pembangunan .....	17
Bab III METODOLOGI .....	19

III.1.	Metode Pengerjaan.....	19
III.2.	Langkah Pengerjaan .....	20
III.2.1.	Pengumpulan Data .....	20
III.2.2.	Analisis Data Awal .....	20
III.2.3.	Penentuan Ukuran Utama Awal.....	21
III.2.4.	Pehitungan Teknis.....	21
III.2.5.	Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum, <i>Safety Plan</i> dan Gambar 3D....	21
III.2.6.	Kesimpulan dan Saran .....	21
Bab IV	ANALISIS TEKNIS .....	23
IV.1.	Pemilihan Rute Kapal dan Penentuan Payload .....	23
IV.2.	Pemilihan Material Jendela Bawah Air .....	24
IV.3.	Perhitungan Teknis.....	25
IV.3.1.	Perhitungan Koefisien.....	27
IV.3.2.	Perhitungan Hambatan.....	29
IV.3.3.	Perhitungan Power .....	30
IV.3.4.	Pemilihan Motor Induk dan Genset .....	30
IV.3.5.	Perhitungan Beban .....	32
IV.3.6.	Perhitungan Tebal Pelat .....	32
IV.3.7.	Perhitungan Berat.....	33
IV.3.8.	Perhitungan Stabilitas .....	35
IV.3.9.	Perhitungan Lambung Timbul .....	37
IV.3.10.	Perhitungan <i>Trim</i> .....	38
IV.3.11.	Pembuatan Rencana Garis .....	38
IV.3.12.	Pembuatan Rencana Umum.....	39
IV.3.13.	Pembuatan <i>Safety Plan</i> .....	40
IV.3.14.	Pembuatan 3D Model .....	41
Bab V	ANALISIS EKONOMIS.....	44
V.1.	Biaya Pembangunan Kapal .....	44
V.2.	Perhitungan Biaya Operasional .....	48
V.3.	Perencanaan <i>Trip</i> .....	49
V.4.	Penentuan Harga Tiket.....	49
V.5.	Perhitungan <i>Net Present Value</i> (NPV).....	50
V.6.	Perhitungan <i>Break Event Point</i> (BEP) .....	51
Bab VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
VI.1.	Kesimpulan.....	52
VI.2.	Saran.....	52
	DAFTAR PUSTAKA.....	54
	LAMPIRAN	
	LAMPIRAN A PERHITUNGAN TEKNIS	
	LAMPIRAN B RENCANA GARIS, RENCANA UMUM, <i>SAFETY PLAN</i> , 3D MODEL	
	BIODATA PENULIS	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Peta Wilayah Taman Nasional Laut Sawu .....	5
Gambar II.2. Pulau Kera.....	6
Gambar II.3. Pantai Timor.....	7
Gambar II.4. Diagram Desain Spiral .....	7
Gambar II.5. Kapal <i>Semi-Submarine</i> MN 10-01 .....	11
Gambar II.6. (a) Kapal <i>Semi-Submarine Oasis Divers</i> .....	11
Gambar II.6. (b) Kabin Penumpang .....	11
Gambar II.7. Keadaan Kabin Penumpang .....	12
Gambar III.1. Diagram Alir Metodologi Pengerjaan .....	19
Gambar IV.1. Detail Rute.....	23
Gambar IV.2. Grafik Peningkatan Wisatawan .....	24
Gambar IV.3. Grafik Hasil Regresi Linier Lpp - Penumpang ( <i>passengers</i> ) .....	26
Gambar IV.4. Grafik Hasil Regresi Linier B ( <i>Breadth</i> ) - Penumpang ( <i>passengers</i> ) .....	26
Gambar IV.5. Grafik Hasil Regresi Linier H ( <i>Height</i> ) - Penumpang ( <i>passengers</i> ) .....	26
Gambar IV.6. Grafik Hasil Regresi Linier T ( <i>Draft</i> ) - Penumpang ( <i>passengers</i> ).....	26
Gambar IV.7. Mercury Inline 4 .....	31
Gambar IV.8. <i>Genset</i> Yuchai .....	31
Gambar IV.9. <i>Input Data Compartement</i> yang Ada di Kapal .....	35
Gambar IV.10. <i>Input Nilai Loadcase</i> .....	35
Gambar IV.11. <i>Input</i> Kriteria Stabilitas yang Digunakan .....	36
Gambar IV.12. Rencana Garis.....	39
Gambar IV.13. Kursi Penumpang ( <i>Passenger Seats</i> ).....	39
Gambar IV.14. Rencana Umum .....	40
Gambar IV.15. <i>Safety Plan</i> .....	40
Gambar IV.16. Kursi Penumpang .....	41
Gambar IV.17. 3D Model.....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel IV.1. Detail Perjalanan .....	23
Tabel IV.2. Hasil Analisis Kunjungan Wisatawan.....	24
Tabel IV.3. Hasil Regresi Linier .....	27
Tabel IV.4. Jenis Motor <i>Outboard</i> .....	31
Tabel IV.5. Rekapitulasi Tebal Pelat.....	33
Tabel IV.6. Berat DWT .....	33
Tabel IV.7. Berat LWT.....	34
Tabel IV.8. Selisih Berat dan <i>Displacement</i> .....	34
Tabel IV.9. Kriteria Stabilitas IMO No. A 749 (18) .....	36
Tabel IV.10. Rekapitulasi Hasil Analisis <i>Maxsurf Stability</i> .....	37
Tabel IV.11. Lambung Timbul.....	37
Tabel V.1. Perhitungan Harga Baja Kapal .....	43
Tabel V.2. Perhitungan Harga <i>Equipment &amp; Outfitting</i> .....	44
Tabel V.3. Perhitungan Harga Komponen Tenaga Penggerak.....	45
Tabel V.4. Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal .....	46
Tabel V.5. Koreksi Keadaan Ekonomi Pada Biaya Pembangunan Kapal.....	46
Tabel V.6. Pinjaman Bank.....	47
Tabel V.7. Biaya Operasional Kapal .....	48
Tabel V.8. Jumlah <i>Trip Semi-Submarine</i> .....	48
Tabel V.9. Harga Tiket dan Pendapatan.....	49
Tabel V.10. <i>Net Present Value</i> .....	49
Tabel V.11. Arti dari Perhitungan NPV Terhadap Keputusan Investasi .....	49

## DAFTAR SIMBOL

L	=	Panjang kapal (m)
Loa	=	<i>Length overall</i> (m)
Lpp	=	<i>Length perpendicular</i> (m)
Lwl	=	<i>Length of waterline</i> (m)
T	=	Sarat kapal (m)
H	=	Tinggi lambung kapal (m)
B	=	Lebar keseluruhan kapal (m)
H	=	Tinggi keseluruhan kapal (m)
Vs	=	Kecepatan dinas kapal (knot)
Vmax	=	Kecepatan maksimal kapal (knot)
Fn	=	<i>Froud number</i>
Rn	=	<i>Reynolds number</i>
C <sub>B</sub>	=	Koefisien blok
C <sub>p</sub>	=	Koefisien prismatic
C <sub>m</sub>	=	Koefisien <i>midship</i>
C <sub>wp</sub>	=	Koefisien <i>water plane</i>
$\rho$	=	Massa jenis (kg/m <sup>3</sup> )
g	=	Percepatan gravitasi (m/s <sup>2</sup> )
$\Delta$	=	<i>Displacement</i> kapal (ton)
$\nabla$	=	<i>Volume displacement</i> (m <sup>3</sup> )
LCB	=	<i>Longitudinal center of bouyancy</i> (m)
VCG	=	<i>Vertical center of gravity</i> (m)
LCG	=	<i>Longitudinal center of gravity</i> (m)
LWT	=	<i>Light weight tonnage</i> (ton)
DWT	=	<i>Dead weight tonnage</i> (ton)
R <sub>T</sub>	=	Hambatan total kapal (N)
WSA	=	Luasan permukaan basah (m <sup>2</sup> )
EHP	=	<i>Effectif horse power</i> (hp)
THP	=	<i>Thrust horse power</i> (hp)
DHP	=	<i>Delivered horse power</i> (hp)
BHP	=	<i>Brake horse power</i> (hp)



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang Masalah**

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar dengan jumlah pulau sekitar 17.508 buah dan memiliki garis pantai 81.000 km didominasi oleh wilayah laut yaitu kurang lebih 5,4 juta km<sup>2</sup>. Sehingga membuat wilayah Indonesia memiliki flora dan fauna yang beraneka ragam. Beberapa tahun terakhir sektor pariwisata di Indonesia mengalami peningkatan. Salah satu yang meningkat pesat adalah wisata bahari seperti Raja Ampat dan Pulau Menjangan. Hal ini tentunya didukung juga dengan berkembangnya fasilitas yang ada di daerah wisata tersebut. (*Sumber referensi : <http://anekatempatwisata.com/pulau-menjangan-surga-diving-sempurna-di-bali-barat/> ; <http://www.mytrip.co.id/Article/Your%20Trip/Index/435/yang-baru-dan-berubah-di-raja-ampat>*).

Salah satu potensi wisata bahari yang belum begitu berkembang adalah di wilayah perairan Laut Sawu NTT. Meskipun beberapa lokasi di NTT telah dikenal dunia, seperti Pulau Komodo, masih terdapat banyak lokasi dengan keindahan bahari sangat beraneka ragam yang masih belum dikembangkan. Beberapa lokasi tersebut tersebar di daerah perairan Laut Sawu, antara lain Alor, Rote, Kupang serta Lembata. Lokasi-lokasi tersebut mengelilingi Laut Sawu. (*Sumber referensi : <https://kumpulancerita.net/pesona-laut-sawu.html>*).

Pada awal tahun 2014, Laut Sawu telah diresmikan pemerintah menjadi Taman Nasional Laut Sawu dengan luas sekitar 35.000 km<sup>2</sup> dan mencakupi 11 kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Timur termasuk Kupang dan Rote. Dengan diresmikannya laut Sawu menjadi Taman Nasional tentunya dapat memberikan peluang bagi warga sekitar untuk mengembangkannya menjadi objek wisata laut dengan keindahan hayati laut yang sangat melimpah. Namun juga tidak lupa bahwa fungsi utama kawasan taman nasional adalah sebagai daerah perlindungan sumber daya alam hayati dan non hayati, sehingga dalam pengembangannya harus diperhatikan dengan baik.

Beberapa fasilitas yang mendukung wisata bahari adalah kapal wisata, tempat makan/restoran, serta tempat istirahat (hotel/penginapan). Salah satu inovasi yang dapat



mendukung wisata bahari di perairan Laut Sawu adalah kapal wisata *semi-submarine* yang dapat memberikan pemandangan bawah laut tanpa harus ber-snorkling ataupun diving.

## **I.2. Perumusan Masalah**

Sehubungan dengan latar belakang di atas permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah bagaimana mendapatkan desain kapal wisata di perairan Laut Sawu.

1. Bagaimana menentukan ukuran utama kapal yang sesuai karakteristik perairan Taman Nasional Laut Sawu?
2. Bagaimana mendesain rencana garis, rencana umum dan serta desain 3D kapal wisata *semi-submarine*?
3. Berapa biaya pembangunan dari kapal, operasional kapal dan harga tiket?

## **I.3. Tujuan**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh ukuran utama kapal wisata *semi-submarine* untuk perairan Taman Nasional Laut Sawu.
2. Untuk memperoleh rencana garis, rencana umum serta desain 3D.
3. Untuk mengetahui biaya pembangunan kapal, biaya operasional serta harga tiket penumpang.

## **I.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah digunakan sebagai acuan dalam penulisan Tugas Akhir sehingga dapat sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Desain kapal disesuaikan karakteristik di perairan Taman Nasional Laut Sawu.
2. Pembuatan rencana garis kapal dan pemodelan *hull form* menggunakan *software Maxsurf*.
3. Hasil pengerjaan dari tugas akhir ini adalah desain Rencana Garis, Rencana Umum, serta desain 3D, tanpa desain konstruksi dari kapal.

### **I.5. Manfaat**

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan khazanah pendidikan di Indonesia.
2. Secara praktik, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi untuk dijadikan kapal wisata di kawasan Taman Nasional Laut Sawu.

### **I.6. Hipotesis**

Berdasarkan kajian awal dari data jumlah wisatawan yang ada, maka nantinya kapal ini diperkirakan memiliki kapasitas sekitar 30 orang dengan bentuk desain seperti kapal selam yang sesuai dengan karakteristik perairan daerah sekitar Taman Nasional Laut Sawu dan dapat mengembangkan wisata bahari perairan Taman Nasional Laut Sawu.

Halaman ini sengaja dikosongkan



Pendekatan konservasi dalam menetapkan perairan Laut Sawu sebagai Kawasan Konservasi Perairan Nasional adalah didasarkan pada keunikan biota laut yang terdapat di wilayah laut ini, seperti ditemukannya 500 jenis karang, 336 jenis ikan karang, 14 spesies setasea, dan 3 jenis penyu.

## **II.2. Tinjauan Umum Daerah Operasional**

Dalam tugas akhir ini, daerah operasional yang dipilih dalam wilayah TNP Laut Sawu adalah di daerah Kota Kupang. Kota Kupang merupakan ibu kota dari provinsi NTT oleh karena itu kota ini merupakan kota terpadat di NTT. Luas wilayah Kota Kupang adalah 180,27 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk sekitar 450.360 jiwa (2014). Daerah ini terbagi menjadi 6 kecamatan dan 51 kelurahan.

Kota Kupang memiliki beberapa lokasi wisata bahari yang cukup banyak, seperti Pantai Lasiana, Pulau Kera, Pantai Timor, Pantai Pasir Panjang, Pantai Paradiso dan masih banyak lainnya. Karena Kota Kupang ini merupakan ibu kota provinsi NTT, akses dan fasilitas yang ada tergolong banyak dan mudah dijangkau. Oleh karena itulah kunjungan wisata ke Kota Kupang sendiri sangat besar jika dibandingkan dengan daerah/kabupaten lainnya yang ada di NTT.

Salah satu destinasi wisata yang populer di Kota Kupang adalah Pulau Kera serta Pantai Timor. Pulau Kera sendiri terletak sekitar 6 km di utara Tanjung Timor (pesisir Kota Kupang). Di daerah Pulau Kera dan sekitarnya ini terkenal sebagai wisata bahari khususnya untuk snorkeling serta diving. Akses menuju Pulau Kera biasanya menggunakan kapal tradisional nelayan sekitar.



(Sumber: *google image*)  
Gambar II.2. Pulau Kera

Pantai Timor terletak di pesisir Kota Kupang bagian utara yang merupakan salah satu akses menuju Pulau Kera. Di sekitar Pantai Timor terdapat beberapa resort yang bagus dan banyak dikunjungi wisatawan. Tujuan utama di Pantai Timor sendiri adalah snorkeling dan juga diving, meskipun tidak seindah yang berada di daerah Pulau Kera.

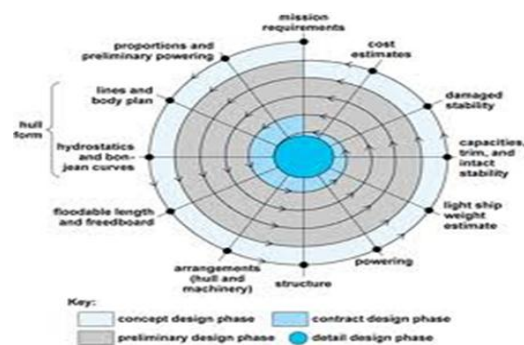


(Sumber: *google image*)  
Gambar II.3. Pantai Timor

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan diatas, seperti akses yang mudah dijangkau, banyaknya wisatawan yang datang serta destinasi wisata, maka Kota Kupang ini layak dijadikan sebagai pilihan daerah operasional.

### II.3. Teori Desain Kapal

Proses mendesain kapal adalah proses berulang, yaitu seluruh perencanaan dan analisis yang dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain ini digambarkan pada desain spiral (*the spiral design*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Desain spiral membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract deign*, dan *detail design*. (Watson, 1998). Namun, karena pada Tugas Akhir ini proses desain yang akan dilakukan dibatasi hanya sampai *concept design* saja, sehingga proses desain yang akan dibahas juga hanya *concept design*.



(Sumber: *Principles of Yachts Design*, 2007)  
Gambar II.4. Diagram Desain Spiral

### **II.3.1. Concept Design**

Konsep desain kapal merupakan tahap lanjutan setelah adanya *Owner design requirement* dimana konsep desain juga merupakan *basic design* dalam proses perancangan kapal. Konsep desain kapal adalah tugas atau misi desainer untuk mendefinisikan sebuah objek untuk memenuhi persyaratan misi dan mematuhi seperangkat kendala. Pembuatan konsep desain membutuhkan TFS (*Technical Feasibility Study*) dalam proses pencarian ukuran utama maupun karakter-karakter lainnya yang bertujuan untuk memenuhi kecepatan, kapasitas, dan *deadweight*.

Konsep bisa dibuat dengan menggunakan rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman desainer untuk membuat perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi, biaya permesinan kapal dan biaya perlatan serta perlengkapan kapal. Hasil dari tahapan konsep desain ini biasanya berupa gambar atau sketsa secara umum, baik sebagian ataupun secara lengkap.

### **II.3.2. Preliminary Design**

Tahapan lanjutan dari *concept design* adalah *preliminary design*. *Preliminary design* adalah usaha teknis lebih lanjut yang akan memberikan lebih banyak detail pada konsep desain. Dalam desain spiral, *preliminary design* merupakan tahapan kedua atau bisa dikatakan lintasan kedua pada desain spiral. Beberapa detail tersebut meliputi fitur-fitur yang memberikan dampak signifikan pada kapal, termasuk juga pendekatan awal biaya yang akan dibutuhkan. Contoh dari penambahan detail adalah perhitungan kekuatan memanjang kapal, pengembangan bagian midship kapal, perhitungan yang lebih akurat mengenai berat dan titik berat kapal, sarat, stabilitas, dan lain-lain.

### **II.3.3. Contract Design**

Pada tahap *contract design* merupakan tahap lanjutan setelah *preliminary design*. Pada tahapan ini merupakan tahap pengembangan perancangan kapal dalam bentuk yang lebih mendetail yang memungkinkan pembangun kapal memahami kapal yang akan dibuat dan mengestimasi secara akurat seluruh biaya pembuatan kapal.

Tujuan utama pada kontrak desain adalah pembuatan dokumen yang secara akurat dengan mendeskripsikan kapal yang akan dibuat. Selanjutnya dokumen tersebut akan menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian pembangunan antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal. Beberapa komponen dari *contract drawing* dan *contract specification* adalah



*Arrangement drawing, Structural drawing, Structural details, Propulsion arrangement, Machinery selection, Propeller selection, Generator selection, Electrical selection.*

Dimana keseluruhan komponen-komponen di atas biasa disebut *key plan drawing*. *Key plan drawing* tersebut harus merepresentasikan secara detail fitur-fitur kapal sesuai dengan permintaan pemilik kapal.

#### **II.3.4. Detail Design**

*Detail design* adalah tahap terakhir dari proses mendesain kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang detail. Pada tahap *detail design* mencakup semua rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Bagian terbesar dari pekerjaan ini adalah produksi gambar kerja yang diperlukan untuk penggunaan mekanik yang membangun lambung dan berbagai unit mesin bantu dan mendorong lambung, fabrikasi, dan instalasi perpipaan dan kabel. Hasil dari tahapan ini adalah berisi petunjuk atau intruksi mengenai instalasi dan detail konstruksi pada *fitters, welders, outfitters, metal workers, machinery vendors, pipe fitters*, dan lain-lainnya.

#### **II.4. Metode Desain Kapal**

Setelah melakukan tahap-tahapan desain di atas, langkah selanjutnya dalam proses desain kapal menentukan metode perancangan kapal. Secara umum metode dalam perancangan kapal adalah sebagai berikut:

##### **II.4.1. Parent Design Approach**

*Parent design approach* merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan yaitu dengan cara mengambil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini *designer* sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai *performance* yang bagus. Keuntungan dalam *parent design approach* adalah dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga tinggal memodifikasi saja, serta performa kapal terbukti (*stability, motion, resistance*).

##### **II.4.2. Trend Curve Design Approach**

Dalam proses perancangan kapal terdapat beberapa metode salah satunya yaitu *Trend Curve approach* atau biasanya disebut dengan metode statistik dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan main dimension. Dalam metode ini ukuran

beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

#### **II.4.3. Iteratif Design Approach**

Iteratif desain adalah sebuah metodologi desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping*, *testing*, dan *analyzing*. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan *knowledge*).

#### **II.4.4. Parametric Design Approach**

*Parametric design approach* adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter misalnya ( L, B, T, Cb, LCB dll) sebagai *main dimension* yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatannya ( $R_t$ ), merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, trim, dan lain-lain.

#### **II.4.5. Optimation Design Approach**

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggeraknya pada tahap *basic design*. Dalam hal ini, desain yang optimum dicari dengan menemukan desain yang akan meminimalkan *economic cost*. Adapun parameter dari optimasi ini adalah hukum fisika, kapasitas ruang muat, stabilitas, *freeboard*, *trim*, dan harga kapal.

### **II.5. Kapal Semi-submarine**

Kapal *semi-submarine* adalah kapal semi selam, dimana badan kapal tidak sepenuhnya tenggelam atau tercelup ke dalam air, namun kabin penumpang relatif lebih rendah dibanding dengan sarat kapal. Pada kabin tersebut dilengkapi dengan jendela kaca yang cukup besar sehingga penumpang dapat melihat pemandangan di bawah permukaan laut. Kapal *semi-submarine* didesain untuk sarana pariwisata dimana penumpang tidak harus menyelam ataupun snorkeling untuk dapat melihat pemandangan keanekaragaman bawah laut.

Pada awal pembuatannya *semi-submarine* berfungsi sebagai kapal penelitian, namun seiring berjalannya waktu kapal *semi-submarine* juga dimanfaatkan sebagai kapal wisata.

Ukuran dan kapasitas dari kapal ini bervariasi sesuai dengan kebutuhan pada daerah operasionalnya. Berikut ini adalah beberapa contoh referensi *semi-submarine* yang sudah ada dan digunakan sebagai sarana pariwisata.



(Sumber: <http://www.maritimesales.com/MN10.htm>)

Gambar II.5. Kapal Semi-Submarine MN 10-01



(a)



(b)

(Sumber: <http://www.beyondships3.com/grand-turk-semi-submarine.html>)

Gambar II.6. (a) Kapal Semi-Submarine Oasis Divers; (b) Kabin Penumpang

### II.5.1. Jendela Bawah Air

Pada Kapal *Semi-submarine* pada bagian kabin penumpang terdapat jendela transparan untuk melihat keindahan bawah laut. Material yang digunakan untuk jendela tersebut haruslah kuat dan jernih agar wisatawan dapat melihat keindahan bawah laut dengan nyaman. Berikut akan dijelaskan perbandingan material antara *acrylic*, kaca, dan *polycarbonate* untuk digunakan pada kapal *semi-submarine*.



(Sumber: <http://www.semi-submarine.gr/gallery.html>)

Gambar II.7. Keadaan Kabin Penumpang

PMMA atau acrylic biasanya dipakai sebagai pengganti kaca/glass. Ada beberapa keuntungan acrylic dibanding kaca tergantung aplikasinya, antara lain:

- Acrylic mempunyai berat jenis ringan (separuhnya berat jenis kaca 1150-1190 kg/m<sup>3</sup> sedangkan kaca 2400-2800 kg/m<sup>3</sup>) sehingga menguntungkan dari segi transportasi dan pemasangan on site.
- Acrylic lebih tinggi ketahanan impaknya dibanding kaca yang mudah pecah/regas dan seringkali membahayakan pengguna.
- Acrylic lebih lunak dibanding kaca sehingga tidak tahan gores, namun acrylic memungkinkan di poles untuk menghilangkan goresan sedangkan kaca harus diganti baru.
- Acrylic dapat dipotong dengan mudah bahkan dibentuk sesuai keinginan
- Acrylic meneruskan hampir semua cahaya 92% dibanding kaca
- Acrylic dapat di rekatkan satu blok dengan blok lainnya dengan sangat baik dan tidak menimbulkan bias cahaya
- Produk acrylic yang baik ketahanan terhadap sinar uv dan tidak menimbulkan warna kekuningan pada permukaannya.

## II.6. Tinjauan Teknis Desain Kapal

Beberapa komponen utama dalam perhitungan teknis dalam desain kapal adalah penentuan ukuran utama, perhitungan hambatan, perhitungan daya penggerak, perhitungan berat, perhitungan stabilitas, dan perhitungan *freeboard*.

### II.6.1. Penentuan Ukuran Utama

Ukuran utama kapal didapatkan dari metode regresi linier dengan menggunakan bantuan *software micosoft excell* yang kemudian dilanjutkan dengan membuat *layout* perkiraan rancangan umum yang akan di hasilkan. Dari metode tersebut, ukuran utama yang didapatkan sebagai berikut:

a) Lpp (*Length between Perpendicular*)

Panjang yang diukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).

b) LOA (*Length Overall*)

Panjang seluruhnya, yaitu jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.

c) Bm (*Moulded Breadth*)

Lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.

d) H (*Height*)

Jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai titik atas balok geladak sisi kapal.

e) T (*Draught*)

Jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

### II.6.2. Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh *owner (owner requirement)*. Dalam menentukan hambatan kapal menggunakan metode *holtrop* dengancara perhitungan empiris dan kemudian dibandingkan dengan *software maxsurf resistance*. Pemilihan penggunaan metode inikarena persyaratan dari kapal memenuhi untuk menggunakan metode ini untuk perhitungan hambatan kapal. Untuk pemakaian *software maxsurf resistance* dilakukan dengan cara yang cukup sederhana, yakni dengan membuka file desain kapal kita dalam *software maxsurf resistance*, setelah itu pilih metode yang akan digunakan untuk memproses perhitungan hambatan dan kecepatan kapal yang kita desain.

Berikut adalah rumusan empiris metode *Holtrop*:

*TotalResistance*:

$$R_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S_{tot} \cdot (C_F (1+k) + C_A) + (R_W/W) \cdot W \quad (II.1)$$

a) Hambatan kekentalan (*viscous resistance*)

Hambatan kekentalan adalah komponen tahanan yang diperoleh dengan mengintegrasikan tegangan tangensial keseluruhan permukaan basah kapal menurut arah gerakan kapal. persamaannya adalah:

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_{FO} \cdot (1+k_1) \cdot S \quad (II.2)$$

Dimana:

$1+k_1$  = factor bentuk lambung kapal

$$1+k_1 = 0,93 + 0,4871 \cdot C \cdot (B/L)^{1,081} \cdot (T/L)^{0,4611} \cdot (L^3/V)^{0,3649} \cdot (1-C_p)^{-0,6042}$$

$$1+k = 1+k_1 + [1+k_2 - (1+k_1)] S_{app}/S_{tot}$$

$1+k_2$  = koefisien karena bentuk tonjolan pada lambung kapal

b) Hambatan gelombang (*wave resistance*)

Tahanan gelombang adalah komponen tahanan yang terkait dengan energi yang dikeluarkan akibat pengaruh gelombang pada saat kapal berjalan dengan kecepatan tertentu. Persamaannya adalah:

$$R_W/W = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{\{m_1 F_n \wedge d + m_2 \cos(\lambda F_n \wedge -2)\}} \quad (II.3)$$

c) *Model ship correlation allowance*

$$C_A = 0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205 \quad \text{for } T_f/L_{wl} > 0.04 \quad (II.4)$$

### II.6.3. Perhitungan Kebutuhan Daya Penggerak

Perhitungan kebutuhan daya penggerak utama agar kapal dapat beroperasi sesuai dengan perencanaan adalah sebagai berikut:

- *Effective Horse Power* (EHP)

$$EHP = R_T \times V_s \quad (II.5)$$

$R_T$  = Hambatan total kapal (N)

$V_s$  = Kecepatan dinas kapal (m/s)

- *Delivery Horse Power*(DHP)

$$DHP = EHP / \eta_D \quad (II.6)$$

$$\eta_D = \eta_H \times \eta_O \times \eta_{RR} \quad (II.7)$$

$\eta_H$  = Efisiensi badan kapal

$\eta_O$  = Efisiensi baling-baling yang terpasang pada bagian belakang kapal

$\eta_{RR}$  = Efisiensi relatif rotatif

- *Break Horse Power* (BHP)

$$\text{BHP} = \text{DHP} + (X \% \times \text{DHP}) \quad (\text{II.8})$$

X = Faktor tambahan (koreksi letak kamar mesin dan koreksi daerah pelayaran).

#### II.6.4. Perhitungan Berat

Perhitungan berat pada kapal pada umumnya terbagi menjadi dua komponen, yaitu LWT (*Light Weight Tonnage*) dan DWT (*Dead Weight Tonnage*). LWT digolongkan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah berat konstruksi, berat peralatan dan perlengkapan, dan berat permesinan. Sedangkan untuk DWT dibagi terdiri atas beberapa komponen, meliputi berat bahan bakar, berat minyak pelumas, berat air tawar, berat *provision*, berat orang (*crew* dan penumpang), dan berat barang bawaan. Perhitungan DWT ini dilakukan untuk satu kali perjalanan *round trip*.

#### II.6.5. Perhitungan Stabilitas

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali kepada kedudukan kesetimbangan dalam kondisi air tenang ketika kapal mengalami gangguan dalam kondisi tersebut. Hal-hal yang memegang peranan penting dalam stabilitas kapal antara lain :

- Titik G (*gravity*) yaitu titik berat kapal.
- Titik B (*bouyancy*) yaitu titik tekan ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup di dalam air.
- Titik M (*metacentre*) yaitu titik perpotongan antara vektor gaya tekan ke atas pada keadaan tetap dengan vektor gaya tekan ke atas pada sudut oleng.

Ada beberapa kriteria utama dalam menghitung stabilitas kapal. Kriteria stabilitas tersebut diantaranya [*IMO regulation A. 749(18)*] adalah:

1.  $e_{0-30^\circ} \geq 0.055 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^\circ \geq 0.055 \text{ m.rad}$

2.  $e_{0-40^\circ} \geq 0.09 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $40^\circ \geq 0.09 \text{ m.rad}$

3.  $e_{30,40^\circ} \geq 0.03 \text{ m.rad}$



Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^{\circ}\sim 40^{\circ} \geq 0.03 \text{ m.rad}$

4.  $H_{30^{\circ}} \geq 0.2\text{m}$

lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 m pada sudut oleng  $30^{\circ}$  atau lebih.

5.  $H_{\max}$  pada  $\phi_{\max} \geq 25^{\circ}$

Lengan penegak maksimum pada sudut oleng lebih dari  $25^{\circ}$

6.  $GM_0 \geq 0.15 \text{ m}$

Tinggi metasenter awal  $GM_0$  tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

7.  $\text{Crowding arm} \leq 10^{\circ}$

Untuk kapal penumpang *crowding arm* tidak boleh lebih dari  $10^{\circ}$

#### **II.6.6. Perhitungan *Freeboard***

*Freeboard* merupakan salah satu syarat keselamatan kapal selama melakukan perjalanan dalam mengangkut muatan menjadi jaminan utama kelayakan dari sistem transportasi laut yang ditawarkan pada pengguna jasa, terlebih pada kapal penumpang, keselamatan merupakan prioritas utama.

Secara sederhana pengertian *freeboard* adalah jarak tepi sisi geladak terhadap air yang diukur pada tengah kapal. Karena lambung timbul menyangkut keselamatan kapal, maka terdapat beberapa peraturan mengenai lambung timbul antara lain untuk kapal yang berlayar di perairan dapat menggunakan PGMI (Peraturan Garis Muat Indonesia) tahun 1985 dan peraturan internasional untuk lambung timbul yang dihasilkan dari konferensi internasional tentang peraturan lambung timbul minimum ILLC (*International Load Lines Convention, 1966 on London*), dalam peraturan tersebut dinyatakan bahwa tinggi lambung timbul minimum (*summer load lines*) telah disebutkan dalam tabel lambung timbul minimum untuk kapak dengan panjang tertentu. Selain itu untuk kategori kapal yang khusus atau tidak diatur pada ICLL, bisa mengacu pada peraturan *non convention vessel standard* (NCVS).

#### **II.7. Faktor Ekonomis Desain Kapal**

Beberapa factor ekonomis yang ada dalam desain kapal adalah biaya pembangunan dan biaya operasional.

##### **II.7.1. Biaya Operasional**

Secara umum, biaya operasional kapal terdiri dari biaya variabel dan biaya tetap. Kedua biaya tersebut di antaranya adalah:

a) Biaya Variabel

1. Biaya bahan bakar (*fuel oil cost*)  
(*Operational time* X Harga bahan bakar/liter X kebutuhan bahan bakar).
2. Biaya minyak pelumas (*lubricant oil cost*)  
(*Operational time* X Kebutuhan minyak lumas X Harga minyak lumas/liter).
3. Biaya air tawar (*fresh water cost*)  
(*Operational time* X Kebutuhan air tawar X Harga air tawar/liter).
4. Gaji kru kapal  
(Gaji kru per orang X jumlah kru X 12 bulan).

b) Biaya Tetap

1. Biaya reparasi dan perawatan kapal, biaya ini diambil dari 10% dari biaya pembangunan kapal.
2. Biaya asuransi, biaya ini diambil sebesar 2% dari total biaya pembangunan kapal.

Perhitungan biaya operasional disesuaikan dengan jarak pelayaran, waktu pelayaran, dan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan.

(Referensi : Handoko H. 1997 ; Pujawan, N. 2009. ; Riyanto,B. 1998.).

## **II.7.2. Biaya Pembangunan**

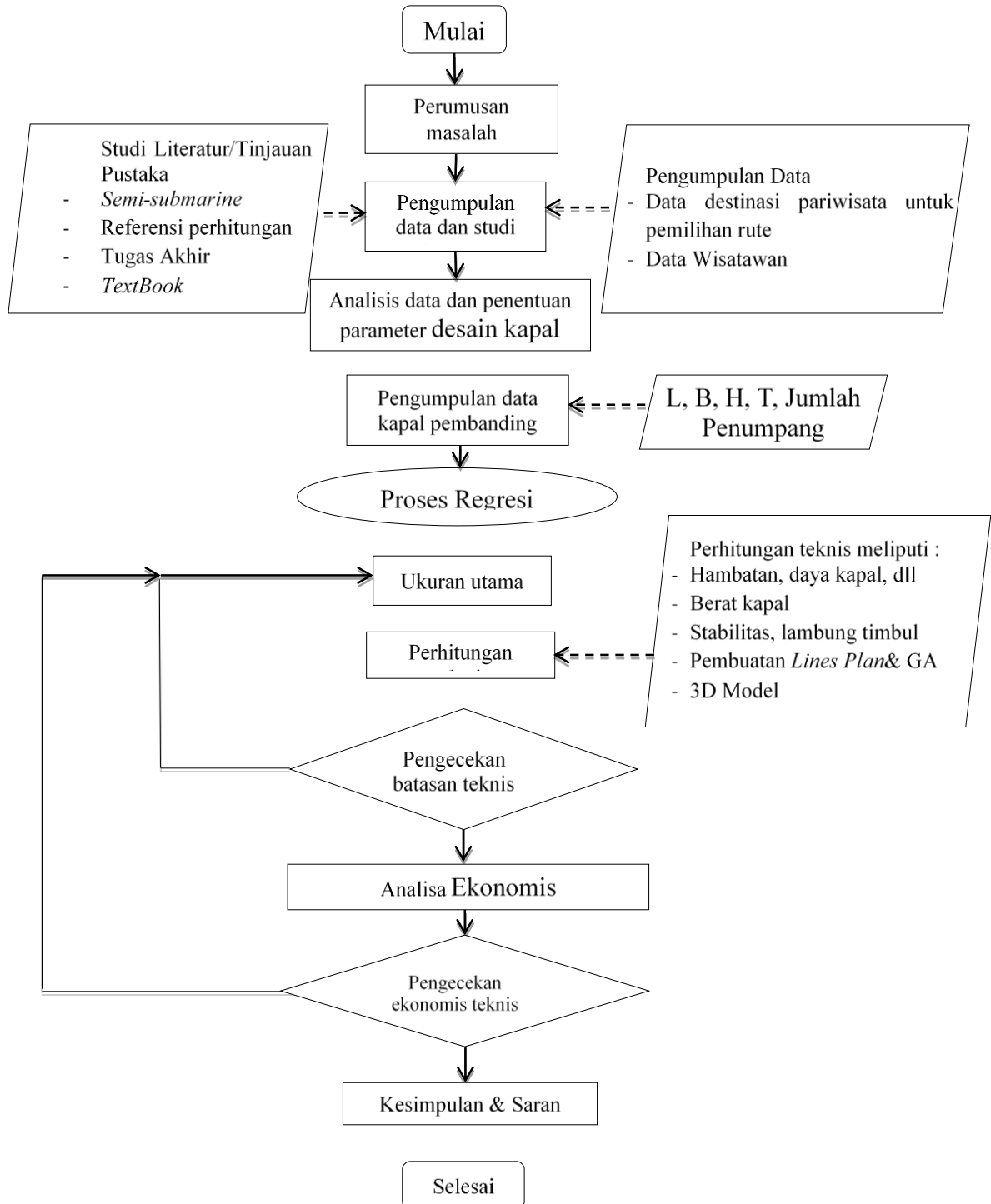
Biaya pembangunan kapal pada umumnya terdiri dari :

1. Biaya pembangunan komponen baja (*structural weight cost*).
2. Biaya permesinan (*machinery cost*).
3. Biaya peralatan dan perlengkapan (*hull outfitting cost*).

Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB III METODOLOGI

### III.1. Metode Pengerjaan



Gambar III.1. Diagram Alir Metodologi Pengerjaan

### **III.2. Langkah Pengerjaan**

Secara umum tahap dari pengerjaan Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa tahapan, antara lain:

#### **III.2.1. Pengumpulan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data, data yang dimaksud yaitu data yang relevan dan mencakup segala aspek yang berhubungan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Data inilah yang akan menjadi patokan dari proses perancangan kapal *semi-submarine* ini kedepannya. Data yang dibutuhkan antara lain:

1. Data Karakteristik Kota Kupang

Data ini meliputi kondisi perairan yang dilalui oleh kapal wisata ini. Data perairan yang dibutuhkan antara lain, kedalaman perairan, tinggi gelombang rata-rata, kecepatan angin, serta data mengenai dermaga/pelabuhan yang akan digunakan. Data ini diperlukan untuk mengetahui kondisi perairan dan dapat dijadikan acuan dalam perhitungan hambatan kapal sehingga power yang diperlukan dapat diketahui.

2. Data Kapal

Data Kapal sangat dibutuhkan dan digunakan acuan dalam menentukan ukuran utama dari kapal yang akan dirancang. Dari data dapat ditentukan ukuran utama awal sebelum nantinya dilakukan pemvariasian ukuran utama untuk mendapatkan ukuran utama.

3. Data Kapal Pembanding

Data kapal pembanding diperlukan sebagai referensi untuk menentukan ukuran utama awal kapal. Selain itu, data kapal pembanding juga menjadi faktor utama dalam menentukan ukuran utama dengan menggunakan metode regresi linier. Komponen utama yang diperlukan dari kapal pembanding adalah L, B, T, H, serta jumlah penumpang.

#### **III.2.2. Analisis Data Awal**

Setelah data yang diperlukan sudah terkumpul, kemudian disesuaikan dengan literatur yang sudah dipelajari untuk dilakukan analisis data. Analisis ini dilakukan untuk menentukan design requirement meliputi kapasitas jumlah penumpang, dan rute yang akan digunakan.

### **III.2.3. Penentuan Ukuran Utama Awal**

Dalam tugas akhir ini metode desain yang dipakai adalah metode *Parametric Design*. Penentuan ukuran utama awal dilakukan setelah melakukan proses regresi terhadap kapal pembanding. Kemudian, dari hasil regresi yang didapat, dianalisis dengan batasan perbandingan ukuran utama. Jika nilai perbandingan ukuran utama keluar dari batas yang disyaratkan, maka ukuran utama kapal dapat diubah, namun tidak terlalu jauh melenceng dari nilai hasil regresi.

### **III.2.4. Pehitungan Teknis**

Perhitungan teknis dilakukan sesuai dengan literatur yang dipelajari. Hal itu meliputi perhitungan hambatan kapal, perhitungan daya kapal, penentuan motor, penentuan genset, perhitungan berat kapal, perhitungan stabilitas, perhitungan lambung timbul serta analisis ekonomi.

### **III.2.5. Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum, *Safety Plan* dan Gambar 3 Dimensi**

Dalam pembuatan rencana garis kapal dilakukan dengan bantuan *software Maxsurf*. Dari desain yang telah dibuat di *Maxsurf* dapat langsung diambil rencana garisnya. Kemudian untuk memperhalus rencana garis dilakukan dengan menggunakan *software AutoCAD*.

Sedangkan untuk pembuatan Rencana Umum dilakukan setelah rencana garis selesai. Sebab, outline dari rencana umum diambil dari rencana garis. Pembuatan rencana umum dilakukan dengan menggunakan bantuan *software AutoCAD*. Untuk pembuatan *safety plan* dilakukan setelah rencana umum selesai dengan menggunakan *software AutoCAD* lalu gambar 3 dimensi dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Sketchup* dan *3D Max*. Pembuatan gambar 3 dimensi dikerjakan setelah rencana umum selesai.

### **III.2.6. Kesimpulan dan Saran**

Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan, kemudian ditarik kesimpulan dari analisa dan perhitungan. Kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan koreksi keamanan terhadap standar yang sudah ada. Saran dibuat untuk menyempurnakan apa yang belum tercakup dalam proses desain kapal ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

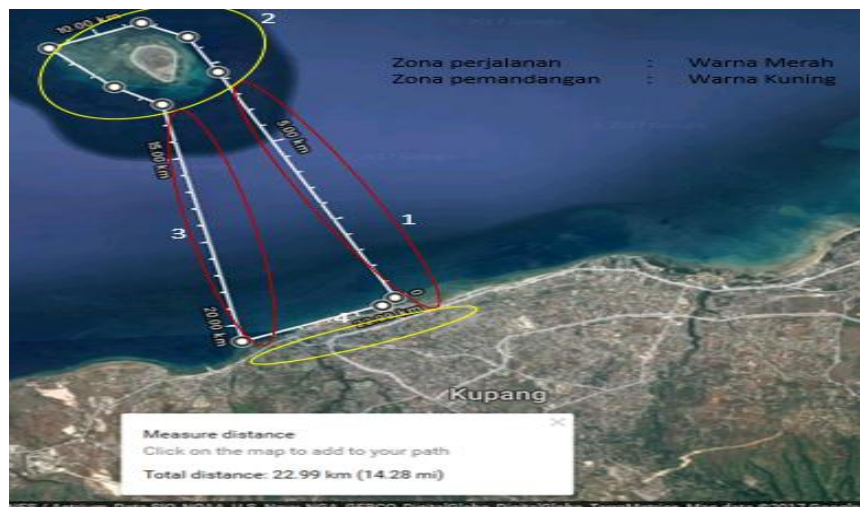


## BAB IV

### ANALISIS TEKNIS

#### IV.1. Pemilihan Rute Kapal dan Penentuan Payload

Rute perjalanan yang dipilih pada tugas akhir ini adalah destinasi wisata Pantai Timor dan Pulau Kera yang berada di daerah Kota Kupang dengan total 3 *trip* per hari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



(Sumber: *google map*, 2017)

Gambar IV.1. Detail Rute

Detail trip

Trip ini dibagi menjadi 4 tahap

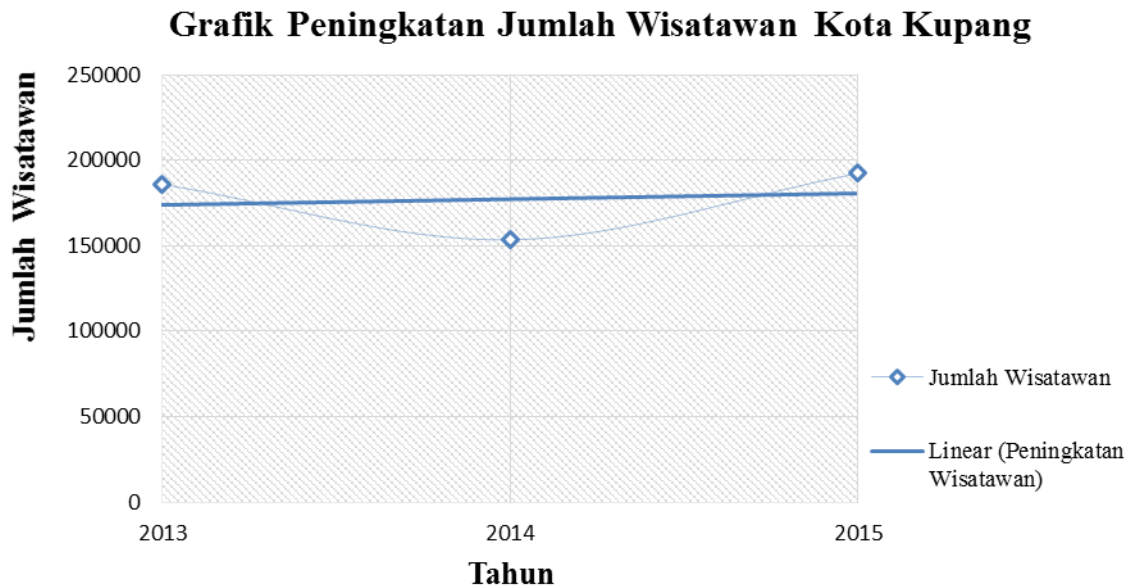
1. Berangkat dari dermaga Pantai Timor menuju Pulau Kera.
2. Sampai di daerah Pulau Kera dan menikmati pemandangan bawah laut.
3. Perjalanan kembali menuju Pantai Timor.
4. Menikmati pemandangan bawah laut di pinggiran Pantai Timor hingga kembali ke dermaga

Tabel IV.1. Detail Perjalanan

No.	Kecepatan	Jarak	Waktu
1	8 knot	± 7 km	± 25 menit
2	4 knot	± 5 km	± 40 menit
3	8 knot	± 7 km	± 25 menit
4	4 knot	± 4 km	± 30 menit

Jadi dalam satu *trip* jarak yang ditempuh adalah sekitar 23 km dan waktu yang dibutuhkan sekitar 2 jam.

Penentuan Payload didapatkan berdasarkan analisis data jumlah wisatawan Kota Kupang. Berikut ini hasil analisis yang didapatkan:



Gambar IV.2. Grafik Peningkatan Wisatawan

Tabel IV.2. Hasil Analisis Kunjungan Wisatawan

Tahun	Wisatawan Per-tahun	Per-hari	Per-destinasi	Per-trip
2013	186081	509.81	91.77	30.59
2014	153521	420.61	75.71	25.24
2015	192505	527.41	94.93	31.64
2016	183793	503.54	90.64	30.21
<b>2017</b>	<b>187005</b>	<b>512.34</b>	<b>92.22</b>	<b>30.74</b>

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, jumlah penumpang atau *payload* yang digunakan sesuai dari hasil pada tahun 2017 sebanyak 30.74 orang yang kemudian digunakan menjadi 30 orang. Jadi *payload* yang digunakan adalah 30 orang.

## IV.2. Pemilihan Material Jendela Bawah Air

Kaca merupakan bahan lutsinar, kuat, dan material yang dapat dibentuk pada temperatur di atas 2300 °F atau 1261 °C. Komponen utama kaca adalah silika. Kaca memiliki massa jenis 8.1 g/cm<sup>3</sup> serta kuat tarik 70 mPa dan kuat benturan 27-62 mPa dengan ketahanan suhu 0-572 °F. Berwujud padat tapi susunan atom-atomnya seperti zat cair, adapun sifat lain dari kaca:

1. Tidak memiliki titik lebur yang pasti.
2. Efektif sebagai isolator.
3. Mampu menahan vakum tetapi rapuh terhadap benturan.

*Acrylic* merupakan *polymethyl methacrylate* (PMMA) yang merupakan polimer sintesis dan metil metakrilat yang permukaannya tembus pandang. *Acrylic* memiliki massa jenis  $1.19 \text{ g/cm}^3$  serta kuat tarik 80 mPa dan kuat benturan 115 mPa dengan ketahanan suhu  $220^\circ\text{F}$ . PMMA berupa material yang bening, dan indah untuk dekoratif. Sifat lain dari *acrylic* berupa:

1. *Acrylic* lebih lunak dibanding kaca sehingga tidak tahan gores, namun *Acrylic* memungkinkan dipoles untuk menghilangkan goresan sedangkan kaca harus di ganti baru.
2. *Acrylic* dapat dipotong dengan mudah bahkan dibentuk sesuai keinginan.
3. *Acrylic* dapat di rekatkan satu blok dengan blok lainnya dengan sangat baik dan tidak menimbulkan bias cahaya.
4. *Acrylic* meneruskan hampir semua cahaya 92% dibanding kaca.
5. Produk *acrylic* yang baik terhadap sinar uv dan tidak menimbulkan warna kekuningan pada permukaannya.

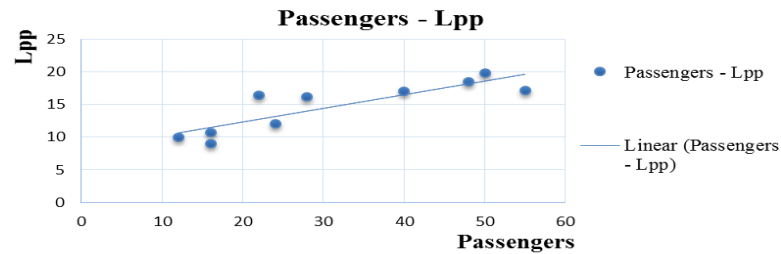
Berdasarkan pertimbangan diatas, maka material yang digunakan untuk bahan jendela bawah air adalah *acrylic*.

#### **IV.3. Perhitungan Teknis**

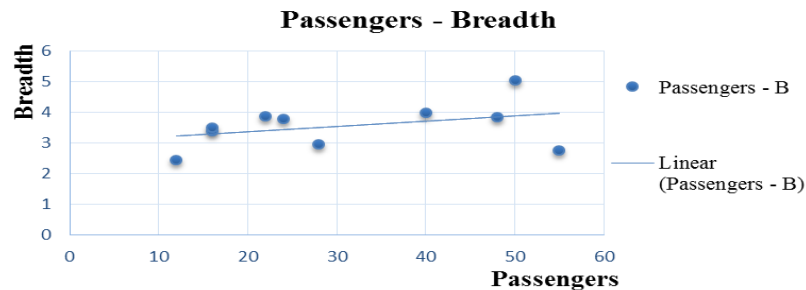
Penentuan ukuran utama *semi-submarine* ini menggunakan metode regresi linier. Regresi adalah pengukur hubungan dua variabel atau lebih yang dinyatakan dengan bentuk hubungan atau fungsi. Untuk menentukan bentuk hubungan (regresi) diperlukan pemisahan yang tegas antara variabel bebas yang sering diberi simbol X dan variabel tak bebas dengan simbol Y. Sedangkan regresi linier ialah bentuk hubungan dimana variabel bebas X maupun variabel tergantung Y sebagai faktor yang berpangkat satu. (Kohdrata, 2012).

Pada Tugas Akhir ini, yang digunakan sebagai variabel bebas adalah jumlah penumpang. Sedangkan untuk varibel tak bebasnya ada beberapa macam. Yakni, Length of Perpendicular (Lpp), lebar keseluruhan kapal (B), tinggi kapal (H), serta sarat kapal (T). Untuk menentukan fungsi dari setiap pasangan variabel bebas dan variabel tak bebas menggunakan bantuan kapal pembanding *semi-submarine*. Jumlah kapal pembanding yang digunakan sebanyak 10 unit.

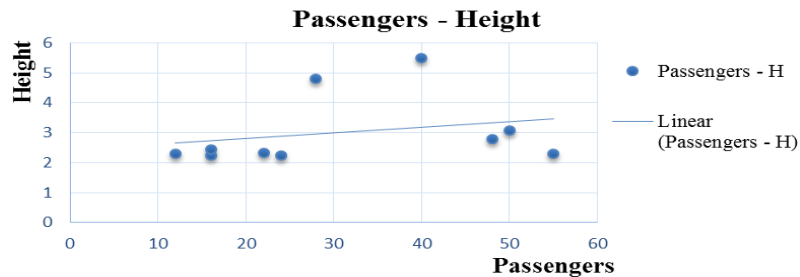
Setelah data untuk setiap kapal pembanding lengkap, kemudian dilakukan proses regresi antara jumlah penumpang dengan setiap variabel ukuran utama. Sehingga diperoleh grafik *trendline* yang dilengkapi dengan fungsi linier. Grafik yang diperoleh dari proses regresi antara jumlah penumpang dan Ukuran utama dapat dilihat pada Gambar IV.3-IV.6.



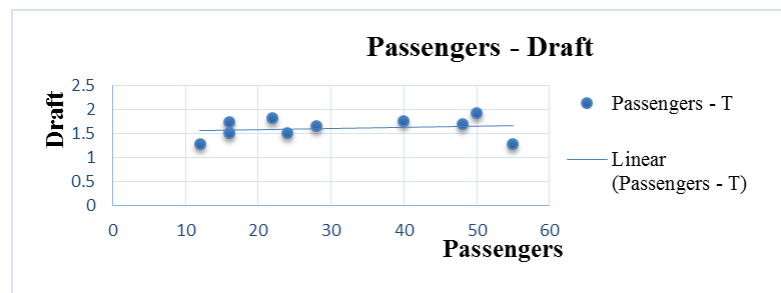
Gambar IV.3. Grafik Hasil Regresi Linier Lpp - Penumpang (*passengers*)



Gambar IV.4. Grafik Hasil Regresi Linier B (*Breadth*) - Penumpang (*passengers*)



Gambar IV.5. Grafik Hasil Regresi Linier H (*Height*) - Penumpang (*passengers*)



Gambar IV.6. Grafik Hasil Regresi Linier T (*Draft*) - Penumpang (*passengers*)

Setelah didapatkan fungsi linier dari setiap pasangan variabel bebas dan tak bebas, maka nilai variabel bebas (X) diganti dengan jumlah penumpang *semi-submarine* yang telah direncanakan. Sehingga didapatkan beberapa nilai ukuran utama yang dapat dilihat pada Tabel IV.3.

Tabel IV.3. Hasil Regresi Linier

Parameters	y	x	Hasil
<b>Lpp</b>	$0.2102x + 8.1301$	30	14.490
<b>B</b>	$0.0172x + 3.0212$	30	3.537
<b>H</b>	$0.0188x + 2.4204$	30	2.984
<b>T</b>	$0.0023x + 1.5443$	30	1.713

Selanjutnya, hasil regresi dijadikan acuan untuk menentukan ukuran utama awal. Nilai ukuran utama awal tidak harus sama dengan hasil regresi. Jika, hasil regresi memenuhi batasan-batasan ukuran utama yang digunakan, maka dapat langsung digunakan sebagai ukuran utama awal. Namun, apabila hasil regresi tidak memenuhi batasan, maka ukuran utama awal dapat dinaikkan atau diturunkan hingga memenuhi. Ukuran utama yang digunakan dan batasan-batasan perbandingan ukuran utama yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah:

- Lpp = 14.49 m
- B = 3.54 m
- H = 2.98 m
- T = 1.71 m

Batasan:

- ❖  $3.5 < L/B < 10$  ;  $L/B = 4.096$  (*Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19*)
- ❖  $1.8 < B/T < 5$  ;  $B/T = 2.065$
- ❖  $H > L/16$  ;  $L/16 = 0.905$

#### IV.3.1. Perhitungan Koefisien

Setelah memperoleh ukuran utama awal, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan perhitungan koefisien-koefisien. Perhitungan koefisien meliputi perhitungan *froude number* (Fn), koefisien blok (CB), koefisien *midship* (CM), koefisien perismatik (CP), koefisien bidang garis air (CWP), dan *displacement* ( $\Delta$ ).

Perhitungan Fn

Perhitungan Fn mengacu pada formula berikut:

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{g \times L}} \quad (IV.1)$$

Dimana :

$$V = \text{Kecepatan Kapal} \quad (\text{knot})$$

$$g = \text{Percepatan Gravitasi} \quad (\text{m/s}^2)$$

$$L = \text{Panjang Kapal} \quad (\text{m})$$

(Manen & Oossanen, *Principles of Naval Architecture*, 1988)

$$V = 8 \quad (\text{knot})$$

$$g = 9,81 \quad (\text{m/s}^2)$$

$$L = 14.49 \quad (\text{m})$$

$$F_n = 0.3$$

### Perhitungan $C_B$

Untuk perhitungan koefisien blok dapat dihitung untuk satu lambung saja dengan memanfaatkan volume *displacement* pada lambung tersebut. Formula yang digunakan untuk perhitungan koefisien blok adalah sebagai berikut:

$$C_B = \frac{\nabla}{(L.B.T)} \quad (IV.2)$$

(Principle of Naval Architecture Vol I-Stability and Strength, 1988)

$$C_B = 0.233$$

### Perhitungan $C_M$

Perhitungan  $C_M$  mengacu pada formula berikut:

$$C_M = \frac{A_M}{(T.B_M)} \quad (IV.3)$$

Dimana :

$$A_M = \text{Luas station midship}$$

$$B_M = \text{Lebar lambung di midhip setinggi sarat}$$

$$C_M = 0.355$$

### Perhitungan $C_P$

Perhitungan  $C_P$  menggunakan formula sebagai berikut :

$$C_P = \frac{C_B}{C_M} \quad (IV.4)$$

$$C_P = 0.859$$

### Perhitungan $C_{WP}$

Perhitungan  $C_{WP}$  mengacu pada formula sebagai berikut:

$$C_{WP} = 0.180 + 0.860 \cdot C_P \quad (IV.5)$$

$$C_{WP} = 0.919$$

### Perhitungan $\Delta$

Nilai *displacement* diperoleh dari perhitungan hidrostatik model di *maxsurf*. Nilai dari *displacement* tersebut adalah

$$\begin{aligned}\Delta &= 20.495 \text{ ton} \\ \nabla_t &= \Delta/\rho \\ &= 21.007 \text{ m}^3\end{aligned}\tag{IV.6}$$

### IV.3.2. Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total dilakukan dengan menggunakan metode *Holtrop*. Setelah perhitungan empiris menggunakan metode *Holtrop* selesai kemudian, dibandingkan dengan menggunakan *software Maxsurf Resistance* untuk perhitungan hambatan sebagai nantinya akan dipilih mesin untuk kapal. Perhitungan hambatan ini penting karena akan mempengaruhi perhitungan dibelakang. Berikut adalah uraian penggunaan perhitungan empiris menggunakan metode *Holtrop*. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

Selanjutnya menghitung hambatan total menggunakan formula seperti yang terdapat pada persamaan berikut:

$$\begin{aligned}R_T &= 0,5 \times \rho \times S_{tot} \times [C_f(1+k)+C_A] \times V^2 + R_W/W \times W \\ &= 2.4 \text{ kN}\end{aligned}\tag{IV.7}$$

Kemudian dibandingkan dengan menggunakan *software Maxsurf Resistance*. Berikut adalah langkah pengerjaannya.

1. Buka dahulu aplikasi *Maxsurf Resistance*.
2. Lalu masukkan model kapal yang sesuai dengan jenis dan ukuran yang diinginkan.
3. Kemudian pilih *Analysis* dan pilih metode yang akan digunakan, untuk kapal ini menggunakan metode *Holtrop*.
4. Lalu masukkan *range* kecepatan yang ingin dipakai. Pada nilai *range* dimasukkan nilai 0 sampai 10 Knot.
5. Terakhir, jalankan program dengan pilih *solve* kemudian hasil dapat kita di lihat di *Result*.

Dengan kecepatan 8 knot, hasil hambatan untuk kapal ini sebesar 6.4 kN. Sehingga, yang digunakan untuk menghitung Power adalah 6.4 kN.

#### IV.3.3. Perhitungan Power

Setelah nilai  $R_t$  diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan power yang dibutuhkan untuk penggerak kapal. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

- a. *Effective Horse Power* (EHP)

$$\text{EHP} = R_t \times V_s \quad (\text{IV.8})$$

$$\text{EHP} = 29.632 \text{ kW}$$

- b. *Propulsive Coefficient Calculation*

$$\begin{aligned} \eta_D &= \eta_H \times \eta_O \times \eta_R \\ &= 0.582 \end{aligned} \quad (\text{IV.9})$$

- c. *Delivery Horse Power* (DHP)

$$\begin{aligned} \text{DHP} &= \text{EHP} / \eta_D \\ &= 50.848 \text{ kW} \end{aligned} \quad (\text{IV.10})$$

- d. *Brake Horse Power* (BHP)

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \text{DHP} + (\text{X\%DHP}) \\ \text{X\% DHP} &= 15\% \cdot \text{DHP} \quad (\text{Koreksi daerah pelayaran}) \\ \text{BHP total} &= 58.475 \text{ kW} \\ &= 79.502 \text{ HP} \end{aligned} \quad (\text{IV.11})$$

#### IV.3.4. Pemilihan Motor Induk dan Genset

Terdapat dua jenis motor untuk penggerak kapal, yakni *inboard* dan *outboard*. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk memilih salah satu dari dua jenis motor tersebut ialah :

- Pengaruh berat motor terhadap sarat kapal. Dari hasil observasi penulis, motor *inboard* lebih berat dari pada *outboard* untuk daya yang sama.
- Dimensi dari motor apakah sesuai dengan kapasitas ruangan yang tersedia. Motor *outboard* tidak memerlukan komponen pendukung sebanyak motor *inboard*. (Mustofa, 2015).
- Instalasi motor *inboard* lebih rumit. Untuk motor *inboard* dibutuhkan pemasangan komponen-komponen pendukung seperti pipa *exhaust*, *gearbox*, dan *shafting*, yang tentunya lebih rumit dari motor *outboard*. (Mustofa, 2015).



- d) Perawatan motor *inboard* lebih rumit karena memerlukan pengedokan untuk pemeriksaan tahunan. Berbeda dengan motor *outboard* yang lebih mudah dalam pemeriksaan, dan lebih mudah dapat dilepas dan dipasang dari pada motor *inboard*.

Oleh karena itu dipilih motor *outboard* untuk mesin pendorong kapal. Untuk pemasangan motor *outboard* pada bagian *propeller* motor tidak boleh dihalangi oleh badan kapal, agar tidak menghalangi aliran air sehingga motor dapat mendorong kapal. Oleh karena itu ditentukan penggunaan motor *outboard* sebanyak 2 motor. Sebenarnya *power* total yang dibutuhkan adalah 80 HP. Namun, karena kapal ini menggunakan dua motor maka *power* untuk setiap motor merupakan setengah dari kebutuhan *power* total kapal. Untuk spesifikasi teknis dari mesin Mercury Inline 4 dapat dilihat pada Tabel IV.4.

Tabel IV.4. Jenis Motor *Outboard*

Merk	Mercury	
Tipe	Inline 4	
Rpm	6000	rpm
Daya	50.0	HP
Berat	112	Kg



Gambar IV.7. Mercury Inline 4

Pemilihan genset diperkirakan sesuai dengan kebutuhan. *Genset* yang dipilih adalah Yuchai Series 24 kW. Untuk spesifikasi detail motor dan *genset* dapat dilihat pada lampiran.



Gambar IV.8. *Genset* Yuchai

#### IV.3.5. Perhitungan Beban

Perhitungan beban dilakukan untuk mengetahui besarnya beban yang terjadi pada lambung kapal. Perhitungan beban juga nantinya dapat digunakan untuk menghitung tebal pelat minimum untuk kapal. Perhitungan beban selengkapanya dapat dilihat pada bagian lampiran. Perhitungan beban diawali dengan menghitung *basic external dynamic load* ( $P_0$ ). Formula untuk menghitung  $P_0$  adalah sebagai berikut:

$$P_0 = 2,1 \times (C_B + 0,7) \times C_0 \times C_L \times f \times C_{RW} \quad (\text{IV.12})$$

$$= 2,829 \text{ kN/m}^2$$

$$P_B = 10 \times T + P_0 \times C_F \quad (\text{IV.13})$$

$$= 26.019 \text{ kN/m}^2$$

$$P_S = 10 \times (T - z) + P_0 \times C_F \times (1 + z/T) \quad (\text{IV.14})$$

$$= P_0 \times C_F \times 20 / (10 + z - T) \quad (\text{IV.15})$$

$$= 22.170 \text{ kN/m}^2$$

$$P_D = P_0 \cdot \frac{20 \cdot T}{(10 + z - T) \cdot H} \cdot C_D [\text{kN/m}^2] \quad (\text{IV.16})$$

$$= 3.603 \text{ kN/m}^2$$

#### IV.3.6. Perhitungan Tebal Pelat

Perhitungan tebal pelat kapal dilakukan dengan mengacu pada besarnya beban pada lambung kapal. Makin besar beban pada lambung kapal maka makin tebal pula pelat yang harus digunakan. Perhitungan tebal pelat kapal selengkapanya dapat dilihat pada bagian lampiran. Perhitungan pelat diawali dengan perhitungan tebal pelat minimal dan tebal pelat maksimal, dengan formula sebagai berikut:

$$t_{\min} = (1,5 - 0,01 \cdot L) \cdot \sqrt{L \cdot k} \quad [\text{mm}] \quad (\text{IV.17})$$

Persamaan di atas adalah persamaan untuk kapal dengan  $L < 50 \text{ m}$ .

$$t_{\min} = 5.097 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}$$

$$t_{\max} = 16 \text{ mm}$$

Formula untuk menghitung tebal pelat sisi :

$$t_{S1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot \sqrt{P_S \cdot k} + t_K \quad [\text{mm}] \quad (\text{IV.18})$$

Formula untuk menghitung tebal pelat alas :

$$t_{B1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot \sqrt{P_B \cdot k} + t_K \quad [\text{mm}] \quad (\text{IV.19})$$

Perhitungan tebal pelat geladak dapat dilakukan dengan formula berikut ini :

$$t_{E1} = 1,21 \cdot a \cdot \sqrt{P_D \cdot k} + t_K \quad [\text{mm}] \quad (\text{IV.20})$$

$$t_{\min} = (4,5 + 0,05 \cdot L) \cdot \sqrt{k} \quad [\text{mm}] \quad (\text{IV.21})$$

Rekapitulasi dari tebal pelat kapal dapat dilihat pada Tabel IV.5.

Tabel IV.5. Rekapitulasi Tebal Pelat

Pelat	A	M	F	Diambil	Unit
Pelat alas	8	7	8	8	mm
Pelat sisi	7	6	7	8	mm
Pelat geladak	4	4	4	6	mm

#### IV.3.7. Perhitungan Berat

Berat kapal terdiri dari dua komponen, yaitu komponen DWT (*Dead Weight Tonnage*) dan komponen LWT (*Light Weight Tonnage*).

##### Perhitungan DWT

Komponen berat kapal bagian DWT dalam Tugas Akhir ini terdiri dari berat penumpang, barang bawaannya, tangki air tawar, serta bahan bakar untuk genset. Pada Tabel IV.6. akan dijelaskan mengenai rincian berat *semi-submarine* bagian DWT secara lebih detail.

Tabel IV.6. Berat DWT

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Nilai	Unit
1	<b>Berat Penumpang dan Barang Bawaan</b>		
	Jumlah penumpang	30	orang
	Berat penumpang	75	kg/orang
	Berat barang bawaan	10	kg/orang
	Berat total penumpang	2250	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	300	kg
	<b>Berat total</b>	2550	kg
		<b>2.550</b>	<b>ton</b>
2	<b>Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan</b>		
	Jumlah crew kapal	2	orang
	Berat crew kapal	75	kg/orang
	Berat barang bawaan	3	kg/orang
	Berat total crew kapal	150	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	10	kg
	<b>Berat total</b>	160	kg
		<b>0.160</b>	<b>ton</b>
3	Consumable	<b>0.412</b>	<b>Ton</b>

Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	2.550	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	0.160	ton
3	Berat Consummable	0.412	ton
<b>Total</b>		<b>3.122</b>	<b>ton</b>

#### Perhitungan LWT

Berat kapal bagian LWT terdiri dari berat komponen baja kapal, berat bagian permesinan, berat komponen kelistrikan serta peralatan-peralatan yang digunakan. Secara detail, perhitungan berat kapal bagian LWT dapat dilihat di bagian lampiran. Pada bagian ini, hanya akan ditampilkan rekapitulasi berat kapal bagian LWT seperti yang terlihat pada Tabel IV.7. di bawah ini.

Tabel IV.7. Berat LWT

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Nilai	Unit
1	Berat Alas dan Sisi Kapal	8.210	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	4.510	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	3.180	ton
4	Berat Railing	0.030	ton
5	Equipment & Outfitting	0.286	ton
6	Berat Kaca acrylic	0.077	ton
7	Berat Outboard Motor	0.224	ton
8	Generator Set (Genset)	0.700	ton
<b>Total</b>		<b>17.218</b>	<b>ton</b>

#### Koreksi Berat Kapal Terhadap *Displacement*

Setelah didapatkan berat kapal total, langkah selanjutnya ialah melakukan pengecekan berat kapal terhadap *displacement*. Hal ini untuk mengetahui apakah kapal dapat mengapung atau tidak. Jika nilai berat kapal lebih besar dari pada *displacement*, maka kapal akan tenggelam. Sedangkan jika berat kapal lebih kecil dari pada *displacement*, maka proses desain dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya karena dapat dipastikan bahwa kapal mengapung. Pada Tabel IV.8. ditunjukkan koreksi berat dan *displacement semi-submarine*.

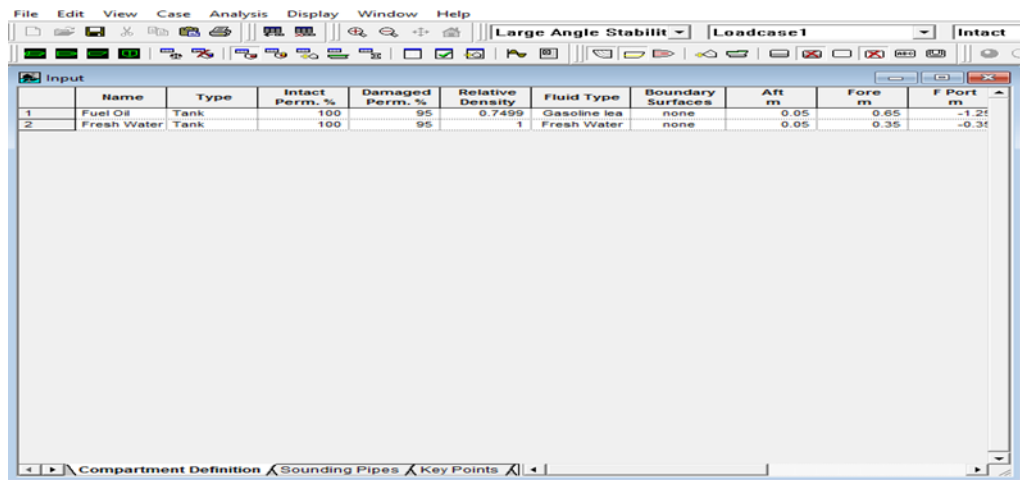
Tabel IV.8. Selisih Berat dan *Displacement*

BERAT TOTAL	DISPLACEMENT	SELISIH
20339.8 kg	21007.4 kg	3 %

#### IV.3.8. Perhitungan Stabilitas

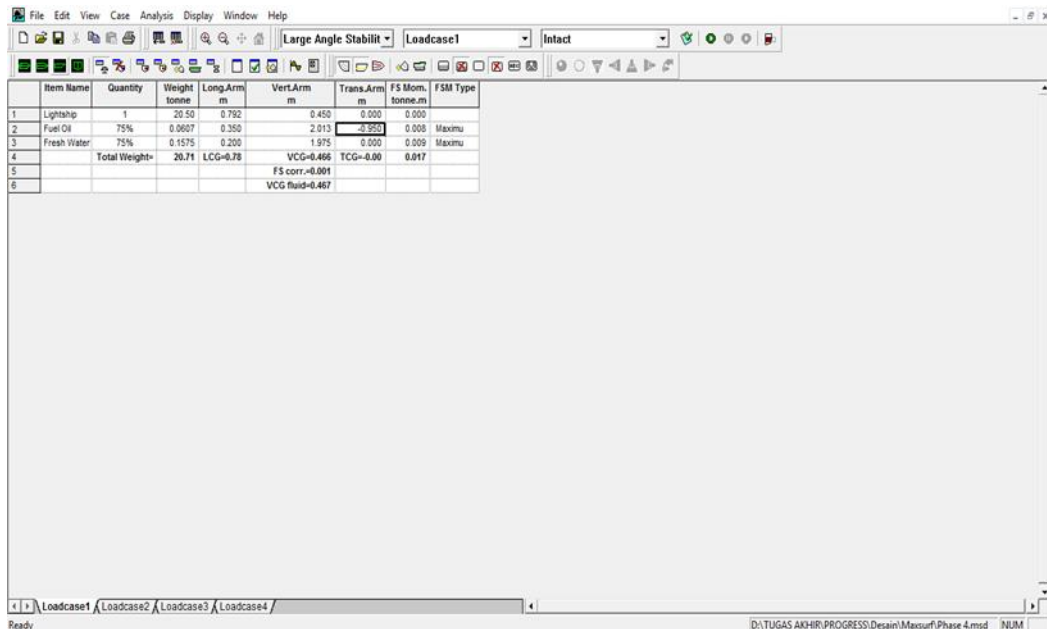
Perhitungan stabilitas untuk *semi-submarine* ini menggunakan bantuan *software Hydromax*. Pehitungan dengan muatan penuh dan consummable penuh, muatan penuh dan consummable 75%, muatan penuh dan consummable 50%, dan muatan penuh dan consummable 10%. Proses perhitungan stabilitas *semi-submarine* menggunakan *software Hydromax* dapat dilihat pada langkah-langkah berikut ini.

- Memasukkan model kapal pada *Hydromax*.
- Memasukkan data berat dan titik berat kapal



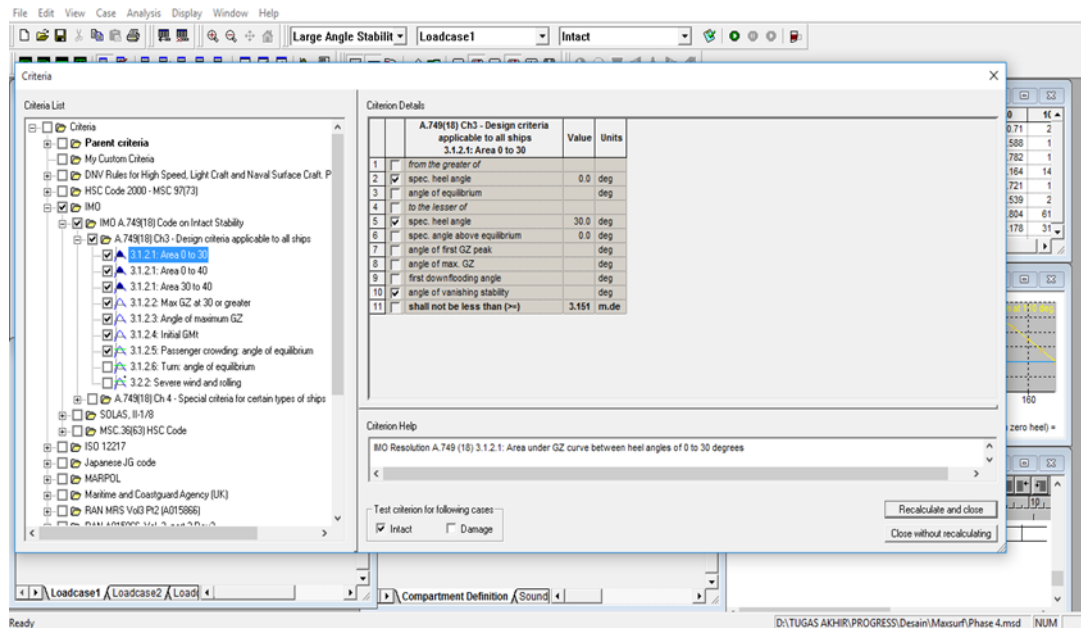
Gambar IV.9. *Input Data Compartement yang Ada di Kapal*

- Memasukan load case pada kapal



Gambar IV.10. *Input Nilai Loadcase*

d. Mengatur kriteria stabilitas sesuai dengan kapal yang akan dianalisis



Gambar IV.11. Input Kriteria Stabilitas yang Digunakan

Kemudian mengatur kriteria yang digunakan untuk menghitung stabilitas antara lain adalah merujuk pada Non Convention Vessel Standard Chapter II yang menyatakan kriteria stabilitas yang digunakan sesuai dengan IMO No. A 749 (18).

Tabel IV.9. Kriteria Stabilitas IMO No. A 749 (18)

Kriteria	Satuan
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter
$\theta_{GZ_{max}} \geq 25$	derajat
$GM \geq 0.15$	meter
$crowding\ arm_{max} \leq 10$	derajat

- e. Kemudian jalankan proses analisis di *Maxsurf Stability*. Setelah itu data analisis stabilitas *semi-submarine* akan muncul. Berikut ini rekapitulasi dari hasil analisis *Maxsurf Stability*.

Tabel IV.10. Rekapitulasi Hasil Analisis *Maxsurf Stability*

Kondisi muatan 100 %

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	10.436	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	18.188	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	7.752	<i>Accepted</i>
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.757	<i>Accepted</i>
$\theta GZ_{max} \geq 25^\circ$	derajat	110°	<i>Accepted</i>
$GM \geq 0.15$	meter	1.776	<i>Accepted</i>
$crowding\ arm_{max} \leq 10^\circ$	derajat	3.200°	<i>Accepted</i>

Kondisi muatan 50 %

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	10.430	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	18.183	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	7.753	<i>Accepted</i>
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.758	<i>Accepted</i>
$\theta GZ_{max} \geq 25^\circ$	derajat	110°	<i>Accepted</i>
$GM \geq 0.15$	meter	1.803	<i>Accepted</i>
$crowding\ arm_{max} \leq 10^\circ$	derajat	3.100°	<i>Accepted</i>

Kondisi muatan 75 %

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	10.457	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	18.199	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	7.742	<i>Accepted</i>
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.753	<i>Accepted</i>
$\theta GZ_{max} \geq 25^\circ$	derajat	110°	<i>Accepted</i>
$GM \geq 0.15$	meter	1.803	<i>Accepted</i>
$crowding\ arm_{max} \leq 10^\circ$	derajat	3.100°	<i>Accepted</i>

Kondisi muatan 10 %

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	10.374	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	18.137	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	7.753	<i>Accepted</i>
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.766	<i>Accepted</i>
$\theta GZ_{max} \geq 25^\circ$	derajat	111°	<i>Accepted</i>
$GM \geq 0.15$	meter	1.729	<i>Accepted</i>
$crowding\ arm_{max} \leq 10^\circ$	derajat	3.200°	<i>Accepted</i>

#### IV.3.9. Perhitungan Lambung Timbul

*Semi-submarine* merupakan kapal dengan panjang kurang dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul tidak dapat menggunakan ketentuan *International Convention on Load Lines* (ICLL) 1966. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul *semi-submarine* menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged*. Setelah dilakukan perhitungan dan koreksi, didapatkan nilai lambung timbul atau *freeboard semi-*

*submarine* yang disajikan pada Tabel IV.11. berikut ini. Untuk perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat dibagian lampiran.

Tabel IV.11. Lambung Timbul

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang disyaratkan	0.27	m
Lambung Timbul Sebenarnya	1.18	m
Kondisi	Memenuhi	

#### IV.3.10. Perhitungan *Trim*

Perhitungan *trim* kapal ini menggunakan metode *Parsons* pada *Parametric Design* dan menggunakan aturan *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged chapter II*. Berikut ini hasil dari perhitungan *trim*, untuk lebih lengkap dapat dilihat di lampiran.

Batasan *Trim* = 0.29 m

*Trim* = 0.06 m

Kondisi = Memenuhi

#### IV.3.11. Pembuatan Rencana Garis

Setelah semua perhitungan selesai, langkah selanjutnya adalah pembuatan Rencana Garis atau *Lines Plan*. *Lines Plan* ini merupakan gambar pandangan atau gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vertikal memanjang (*half breadth plan*). *Lines Plan* berguna untuk mendapatkan desain kapal yang optimum, terutama desain ruang muat.

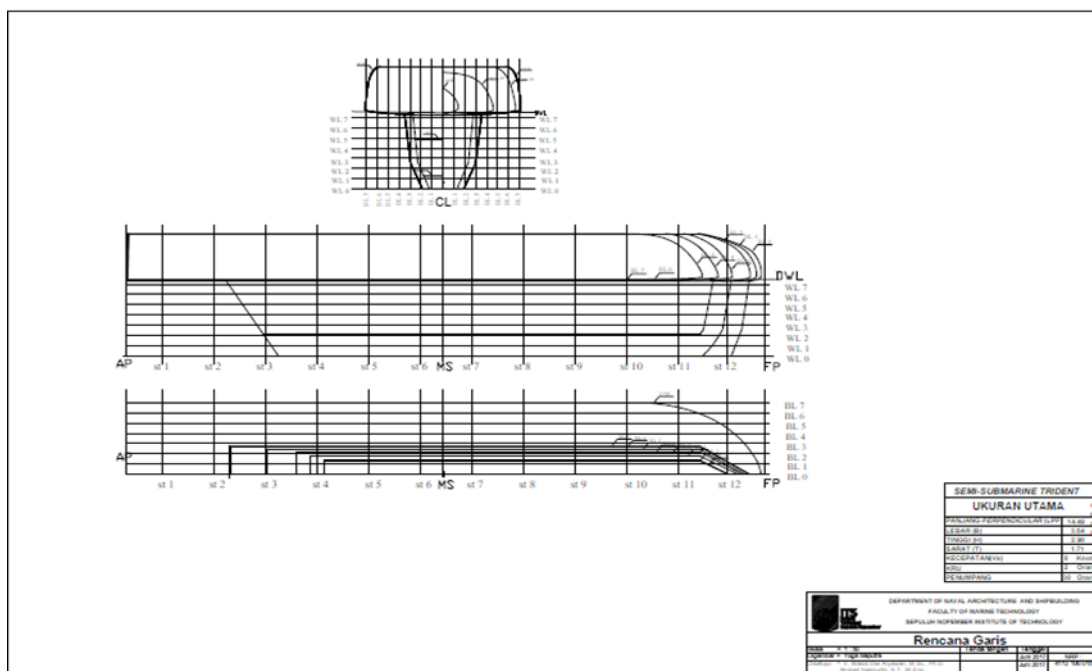
Ada banyak cara membuat *Lines Plan*. Pada Tugas Akhir ini menggunakan metode literasi *sample design* pada *software Maxsurf*. kapal tersebut karakteristiknya disesuaikan dengan kapal yang direncanakan. Dalam menggambar *half breadth plan* dan *sheer plan* juga dibantu oleh kedua *software* tersebut.

Langkah - langkah pengerjaan Rencana Garis kapal adalah sebagai berikut :

1. Membuka *software maxsurf*.
2. Menginput model sesuai dengan jenis kapal yang akan dibuat.
3. Menentukan ukuran utama kapal pada *size surface*.
4. Membagi *stations*, *buttock lines* dan *water lines* pada *design grid*.
5. Meng-export *Lines Plan* yang telah dibuat pada *AutoCAD*.



Setelah bentuk *Lines Plan* sesuai dengan yang diinginkan, pembuatan sudah mendekati tahap akhir. Model dapat langsung di-export ke format dxf. Untuk menyimpan Rencana Garis dari model yang telah dibuat, buka salah satu pandangan dari model, kemudian klik *file > export > DXF and IGES*, atur skala 1:1, kemudian klik ok dan *save file* baru tersebut. Setelah didapatkan *body plan*, *sheer plan* dan *half breadth plan*, langkah selanjutnya adalah menggabungkan ketiganya dalam satu *file.dwg* yang merupakan *output* dari *software AutoCAD*. Dalam proses penggabungan juga dilakukan sedikit *editing* pada Rencana Garis yang telah didapat.

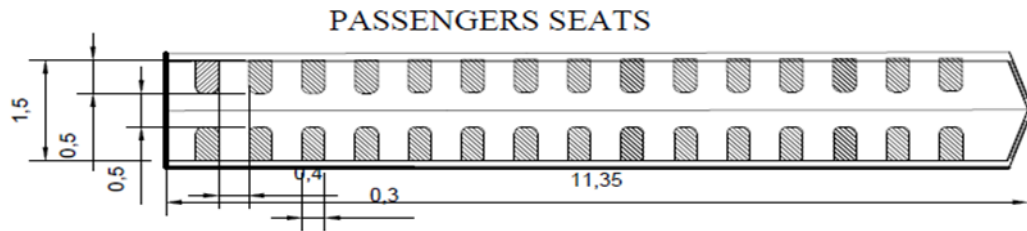


Gambar IV.12. Rencana Garis

#### IV.3.12. Pembuatan Rencana Umum

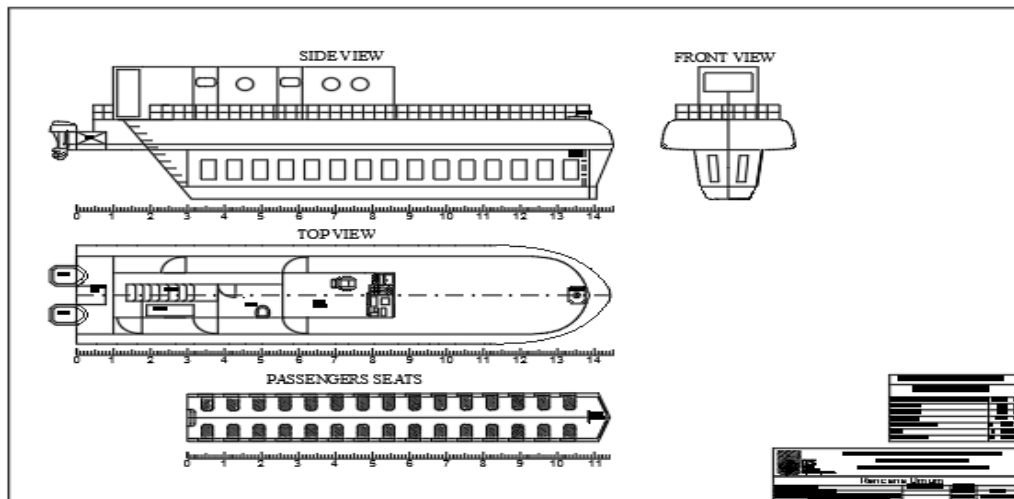
Dari gambar *Lines Plan* yang sudah di buat, maka dapat dibuat pula gambar Rencana Umum atau *General Arrangement* dari *semi-submarine*. *General Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan *software AutoCAD 2017*.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan *General Arrangement semi-submarine* ini adalah penataan geladak utama yang baik agar memberikan ruang yang luas untuk penumpang. Kemudian hal yang harus dipertimbangkan juga adalah desain kapal secara keseluruhan. Peletakan peralatan juga harus diperhatikan agar sesuai dengan perhitungan titik berat kapal. Hal ini berfungsi agar perhitungan teknis dengan gambar kapal tidak rancu.



Gambar IV.13. Kursi Penumpang (*Passenger Seats*)

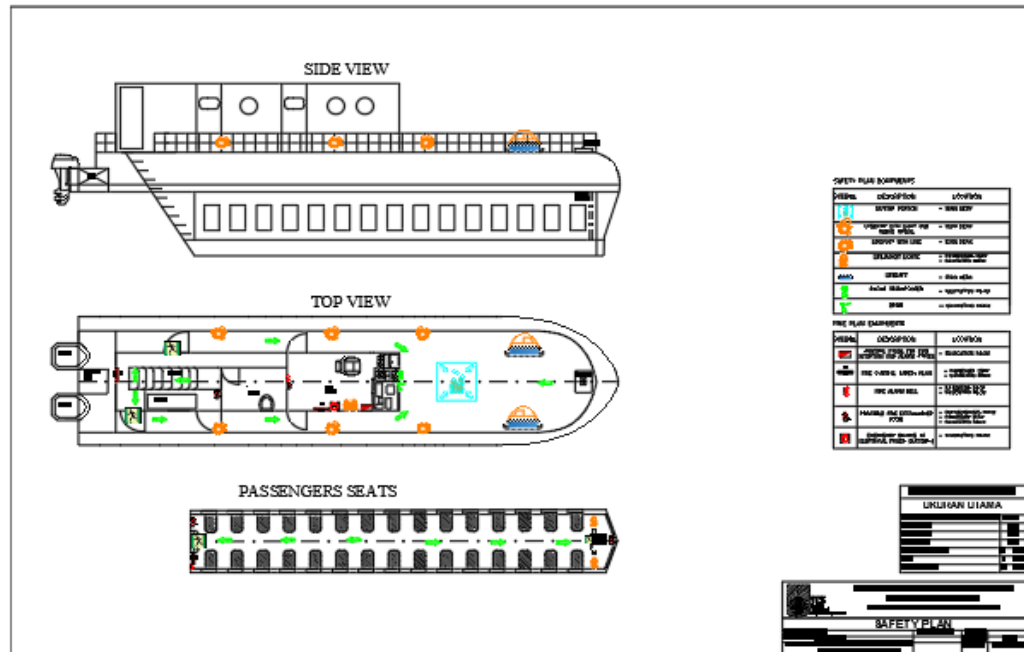
Pada gambar dapat dilihat sketsa *passenger seats* untuk penumpang melihat keindahan bawah laut. Pada kabin penumpang semakin keatas lebar kabin semakin besar, untuk ukuran alas adalah lebar 1200 mm, kemudian pada tempat duduk penumpang antar sisi adalah 1500 mm. Untuk ukuran tempang duduk penumpang memiliki ukuran lebar 300 mm dan panjang 500 mm, dan jarak antar tempat duduk sebesar 400 mm. Kemudian dengan jarak antar gading sebesar 600 mm dan letak gading tepat pada sisi jendela untuk penegaran, maka pada kabin penumpang tidak terlalu sempit untuk penumpang. Gambar rencana umum *semi-submarine* dapat dilihat pada Gambar IV.14. di bawah ini.



Gambar IV.14. Rencana Umum

#### IV.3.13. Pembuatan *Safety Plan*

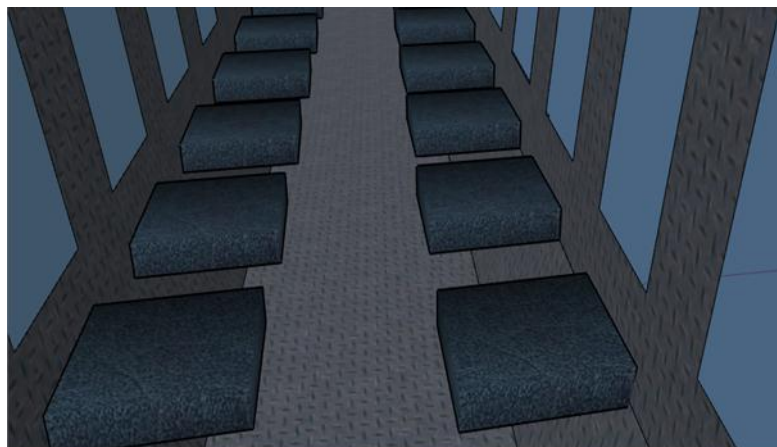
Untuk *safety plan* yang digunakan pada kapal ini merupakan *safety plan* yang diadaptasi dari beberapa kapal yang sejenis dan sudah operasional serta memenuhi regulasi yang berlaku, dalam hal ini *Non Convention Vessel Standard (NCVS)*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat di lampiran.

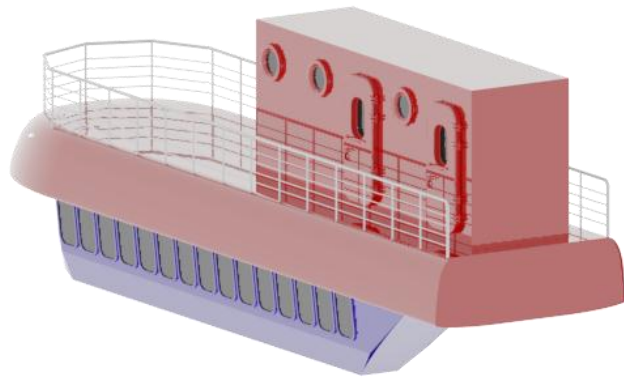


#### IV.3.14. Pembuatan 3D Model

Proses pembuatan gambar tiga dimensi dari *semi-submarine* dilakukan dengan menggunakan *Google Sketchup* dan *3Ds Max*. Pembuatan bentuk *hull* kapal mengacu pada ukuran utama dan *lines plan* yang telah didapatkan. Untuk pembuatan bagian rumah geladak dilakukan dengan acuan *General Arrangement* yang sudah dibuat.

Tampilan 3D dari *semi-submarine* ini dapat dilihat pada Gambar IV.16. dan Gambar IV.17. Gambar IV.16 menunjukkan perencanaan tempat duduk *semi-submarine* dalam kabin penumpang. Gambar IV.17 menunjukkan tampilan 3D *semi-submarine*.





Gambar IV.17. 3D Model

Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB V ANALISIS EKONOMIS

### V.1. Biaya Pembangunan Kapal

Biaya pembangunan kapal terdiri dari beberapa komponen, yaitu biaya baja kapal, biaya peralatan, biaya motor penggerak kapal, serta biaya komponen kelistrikan. Pada tabel V.1-V.5 akan dijelaskan mengenai perhitungan biaya pembangunan kapal.

Tabel V.1. Perhitungan Harga Baja Kapal

No	Item	Nilai	Unit
1	<b>Alas dan Sisi Kapal</b>		
	<i>Sumber: Krakatau Steel (Persero) Historical Price, per Mei 2016</i>		
	Harga	485.00	USD/ton
	Berat hull	8.21	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	3982.08	USD
2	<b>Geladak Kapal (deck)</b>		
	<i>Sumber: Krakatau Steel (Persero) Historical Price, per Mei 2016</i>		
	Harga	492.00	USD/ton
	Berat geladak	4.51	ton
	Harga geladak kapal	2219.07	USD
3	<b>Konstruksi Lambung</b>		
	<i>Sumber: Krakatau Steel (Persero) Historical Price, per Mei 2016</i>		
	Harga	492.00	USD/ton
	Berat konstruksi	3.180	ton
	Harga Konstruksi Lambung	1564.7	USD
<b>Total Berat Baja Kapal</b>		15.901	ton
<b>Total Harga Baja Kapal</b>		<b>7766</b>	<b>USD</b>

Tabel V.2. Perhitungan Harga *Equipment & Outfitting*

Equipment & Outfitting	No	Item	Nilai	Unit
	1	<b>Railing</b>		
		<i>Sumber: www.metaldepot.com</i>		
		Harga	22.00	USD/m
		Panjang railing dan tiang penyangga	35.50	m
		Harga Railing dan Tiang Penyangga	781	USD
	2	<b>Kaca acrylic</b>		
		<i>Sumber: www.alibaba.com/product-detail/FLOAT-Glass-TEMPERED.html</i>		
		Harga	6.5	USD/m <sup>2</sup>
		Luas kaca	12.90	m <sup>2</sup>
		Harga Kaca acrylic	84	USD
	3	<b>Kursi Penumpang</b>		
		<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
		Jumlah	30	unit
		Harga per unit	60	USD
		Harga Kursi	1,800	USD
	4	<b>Jangkar</b>		
		Jumlah	2	unit
		Harga per unit	100	USD
		Harga jangkar	200	USD
	5	<b>Peralatan Navigasi &amp; Komunikasi</b>		
		<b>a. Peralatan Navigasi</b>		
		<b>Radar</b>	2,500	USD
		<b>Kompas</b>	50	USD
		<b>Chart Plotter - GPS</b>	3,500	USD
		<b>Lampu Navigasi</b>		
		- Masthead Light	9.4	USD
		- Anchor Light	8.8	USD
		- Starboard Light	10	USD
		- Portside Light	10	USD
		<b>Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)</b>	17,000	USD
		<b>Automatic Identification System (AIS)</b>	4,000	USD
		<b>Telescope Binocular</b>	50	USD
		<b>Harga Peralatan Navigasi</b>	<b>27,138</b>	USD
		<b>b. Peralatan Komunikasi</b>		
		<b>Radiotelephone</b>		
		Jumlah	1	Set
		Harga per set	200	USD
		Harga total	<b>200</b>	USD

		<b>Digital Selective Calling (DSC)</b>		
	Jumlah	1		Set
	Harga per set	250		USD
	Harga total	<b>250</b>		USD
		<b>Navigational Telex (Navtex)</b>		
	Jumlah	1		Set
	Harga per set	3,000		USD
	Harga total	<b>3,000</b>		USD
		<b>EPIRB</b>		
	Jumlah	1		Set
	Harga per set	600		USD
	Harga total	<b>600</b>		USD
		<b>VHF Radiotelephone</b>		
	Jumlah	2		Unit
	Harga per unit	100		USD
	Harga total	<b>200</b>		USD
	Harga Peralatan Komunikasi	<b>4,250</b>		
	<b>Total Harga Equipment &amp; Outfitting</b>	<b>34253</b>		<b>USD</b>

Tabel V.3. Perhitungan Harga Komponen Tenaga Penggerak

Tenaga Penggerak	<b>No</b>	<b>Item</b>	<b>Nilai</b>	<b>Unit</b>
	<b>1</b>	<b>Outboard Motor</b>		
		Jumlah outboard motor	2	unit
		Harga per unit	6078	USD/unit
		Shipping Cost	1,500	USD
		Harga Outboard Motor	13656	USD
	<b>2</b>	<b>Komponen Kelistrikan</b>		
		<i>saklar, kabel, dll</i>		
		Diasumsikan sebesar	500	USD
		Harga Komponen Kelistrikan	500	USD
	<b>3</b>	<b>Genset</b>		
		<i>(1unit Genset merk Deutz )</i>		
		Jumlah Genset	1	unit
		Harga per unit	8000	USD/unit
		Shipping Cost	7,500	USD
		Harga Genset	15500	USD
		<b>Total Harga tenaga penggerak</b>	<b>29656</b>	<b>USD</b>



Tabel V.4. Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Biaya Pembangunan	No	Item	Nilai	Unit
	1	Baja Kapal	7766	USD
	2	Equipment & Outfitting	34253	USD
	3	Tenaga Penggerak	29656	USD
	Total Harga (USD)		71675	USD
	Kurs Rp - USD (per 12 Mei 2017, BI)		13273	Rp/USD
	Total Harga Pokok (Rupiah)		951,338,878.98	Rp

Dari perhitungan pada Tabel V.4 di atas dapat diketahui bahwa biaya pembangunan kapal adalah sebesar **71675** USD atau senilai dengan Rp. **951,338,878.98** dengan kurs yang didapat dari Bank Indonesia per Mei 2017 adalah 1 USD = Rp. 13,273.00.

Biaya pembangunan ini merupakan harga pokok produksi. Selanjutnya untuk menentukan harga jual kapal maka harga pokok produksi akan dikoreksi terhadap keuntungan galangan, pajak, inflasi dan biaya produksi. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi dapat dilihat pada tabel V.5.

Tabel V.5. Koreksi Keadaan Ekonomi Pada Biaya Pembangunan Kapal

Koreksi Ekonomi	Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah			
	<i>(sumber: Tugas Akhir "Studi Perancangan Trash-Skimmer Boat Di Perairan Teluk Jakarta", 2012)</i>			
	No	Item	Value	Unit
	1	<b>Keuntungan Galangan</b>		
		10% dari biaya pembangunan awal (Kebijakan Pemerintah)		
		Keuntungan Galangan	95,133,887.90	Rp
	2	<b>Biaya Untuk Inflasi</b>		
		2% dari biaya pembangunan awal		
		Biaya Inflasi	19,026,777.58	Rp
	3	<b>Biaya Pajak Pemerintah</b>		
		10% dari biaya pembangunan awal		
		Biaya Dukungan Pemerintah	95,133,887.90	Rp
	4	<b>Biaya Produksi (Non Weight Cost)</b>		
		12.5% dari biaya pembangunan awal (Practical Ship Design)		
		Biaya Pengerjaan Galangan	118,917,359.87	Rp
	<b>Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi</b>		<b>328,211,913.25</b>	<b>Rp</b>
	<b>TOTA BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL</b>		<b>1,279,550,792.23</b>	<b>Rp</b>

Seperti terlihat pada Tabel V.5 di atas bahwa biaya koreksi keadaan ekonomi terdiri dari 3 komponen, yaitu keuntungan galangan kapal, biaya untuk inflasi, dan pajak pemerintah. Dari perhitungan di atas didapatkan besarnya tiap komponen, antara lain sebagai berikut :

Keuntungan galangan = Rp. 95,133,887.90

Inflasi = Rp. 19,026,777.58

Pajak = Rp. 95,133,887.90

Biaya Produksi = Rp. 118,917,359.87

Maka, harga jual kapal (*price*) dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Harga jual (price)} &= \text{Harga Pokok Produksi} + \text{Inflasi} + \text{Keuntungan} \\ &\quad \text{Galangan} + \text{Pajak} + \text{Biaya Pengerjaan} \\ &= \text{Rp. 1,279,550,792.23}\end{aligned}$$

Jadi berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka biaya pembangunan total kapal adalah sebesar Rp. 1,279,550,792.23.

## V.2. Perhitungan Biaya Operasional

Perhitungan biaya investasi dilakukan untuk mengetahui apakah pembagunan kapal ini layak untuk dilakukan sesuai dengan periode yang ditentukan. Setelah diketahui harga jual kapal, maka diasumsikan pemilik kapal melakukan pinjaman pada bank sebesar 65% dari harga jual kapal dengan bunga 13,5% per tahun. Hal itu sesuai dengan kebijakan Bank Mandiri per Mei 2017. Selain harga jual kapal, dalam penghitungan biaya investasi juga melibatkan biaya operasional kapal.

Tabel V.6. Pinjaman Bank

Pinjaman Bank	Nilai	Unit
Building Cost	1,279,550,792	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	831,708,015	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	112,280,582	Per tahun
Masa Pinjaman	5	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	278,622,185	Rp

*Operational cost* merupakan biaya yang harus dikeluarkan *owner* kapal secara rutin. Pada Tugas Akhir ini, perhitungan *operational cost* ditentukan untuk biaya rutin yang harus dikeluarkan *owner* kapal setiap tahun. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya *operational cost* di antaranya biaya perawatan kapal, asuransi, gaji kru kapal, cicilan pinjaman bank, serta biaya bahan bakar. Untuk lebih jelasnya, nominal *operational cost semi-submarine* dapat dilihat pada Tabel V.7.

Tabel V.7. Biaya Operasional Kapal

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 278,622,185	per tahun
Gaji Crew	Rp 86,400,000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp 127,955,079	per tahun
Asuransi	Rp 25,591,016	per tahun
Bahan Bakar	Rp 261,388,800	per tahun
Total	Rp 779,957,080	per tahun

### V.3. Perencanaan Trip

Pada tugas akhir ini, kapal *semi-submarine* diperkirakan mampu melakukan trip maksimal 3 kali dalam sehari. Hal itu didasarkan pada perhitungan yang menunjukkan bahwa dalam sekali trip kapal ini membutuhkan waktu sekitar dua jam. Durasi perjalanan tersebut didapatkan dari perhitungan antara akumulasi jarak seluruh *spot* dan kecepatan dinas *semi-submarine*. Untuk lebih jelasnya, jumlah trip *semi-submarine* dalam satu tahun dapat dilihat pada Tabel V.8.

Tabel V.8. Jumlah Trip Semi-Submarine

Bulan	Trip per Hari	Jumlah Hari	Trip per Bulan
Januari	3	12	36
Februari	3	12	36
Maret	3	12	36
April	3	12	36
Mei	3	12	36
Juni	3	12	36
Juli	3	12	36
Agustus	3	12	36
September	3	12	36
Oktober	3	12	36
November	3	12	36
Desember	3	12	36
Perencanaan Trip Dalam 1 Tahun			432

### V.4. Penentuan Harga Tiket

Penentuan harga tiket kapal mengacu pada biaya pembangunan dan biaya operasional *semi-submarine*. Selain itu, nilai jual dari kawasan wisata serta jarak antar spot wisata juga menjadi pertimbangan untuk menentukan harga tiket *semi-submarine*. Perencanaan harga tiket *semi-submarine* dapat dilihat pada Tabel V.9.

Tabel V.9. Harga Tiket dan Pendapatan

Jumlah Penumpang	Harga Tiket	Pendapatan
30	Rp 120,000	Rp 3,600,000
Total Pendapatan per tahun		Rp 1,555,200,000

### V.5. Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

NPV merupakan selisih antara pengeluaran dan pemasukan yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* sebagai diskon faktor, atau dengan kata lain merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskonkan pada saat ini. NPV *semi-submarine* dapat dilihat pada Tabel.V.10 berikut ini.

Tabel V.10. *Net Present Value*

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-1,279,550,792.2		-1,279,550,792	-1,279,550,792
1	1,555,200,000.00	-779,957,080	775,242,920	-504,307,872
2	1,555,200,000.00	-779,957,080	775,242,920	270,935,048
3	1,555,200,000.00	-779,957,080	775,242,920	1,046,177,968
4	1,555,200,000.00	-779,957,080	775,242,920	1,821,420,887
5	1,555,200,000.00	-779,957,080	775,242,920	2,596,663,807

Bunga Bank = 13.5%

NPV = Rp. 1,478,507,450

IRR = 36%

Tabel V.11. Arti dari Perhitungan NPV Terhadap Keputusan Investasi

Bila	Berarti	Maka
NPV > 0	Investasi yang dilakukan memberikan manfaat bagi perusahaan	Proyek bisa dijalankan
NPV < 0	Investasi yang dilakukan akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan	Proyek ditolak
NPV = 0	Investasi yang dilakukan tidak mengakibatkan perusahaan untung ataupun merugi	Kalau proyek dilaksanakan atau tidak dilaksanakan tidak berpengaruh pada perusahaan. Keputusan harus ditetapkan dengan menggunakan kriteria lain misalnya dampak investasi terhadap positioning perusahaan

Karena nilai NPV > 0, maka investasi proyek ini layak dilakukan.

#### V.6. Perhitungan *Break Event Point* (BEP)

Dalam ilmu ekonomi, terutama akuntansi biaya, titik impas (*break event point*) adalah sebuah titik dimana biaya atau pengeluaran dan pendapatan adalah seimbang sehingga tidak terdapat kerugian atau keuntungan. Untuk menghitung BEP dapat dilakukan dengan menggunakan dua formula, yaitu:

- a. Berdasarkan Unit

$$\text{BEP} = \text{TFC} / (\text{P} - \text{V})$$

Dimana : BEP = Unit

TFC = *total fixed cost*, biaya tetap

P = *price*, harga per unit

V = biaya variabel per unit

- b. Berdasarkan Nilai

$$\text{BEP} = \text{TFC} / (1 - \text{vc}/\text{p})$$

Dimana : BEP = *break event point*

TFC = *total fixed cost*, biaya tetap

P = *price*, harga per unit

VC = biaya variabel per unit

Dalam Tugas Akhir ini perhitungan BEP dilakukan dengan formula (a) hal ini dikarenakan yang dicari adalah berapa waktu (tahun) yang diperlukan agar terjadi pengeluaran dan pemasukan seimbang.

TFC = Biaya pembangunan Kapal

= Rp. 1,279,550,792

P = Pemasukan per tahun

= Rp. 1,555,200,000

V = biaya operasional per tahun

= Rp. 779,957,080

BEP = 1.7

Jadi, BEP terjadi ketika 1.7 tahun kapal untuk kembali modal.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **VI.1. Kesimpulan**

Dari analisis teknis dan ekonomis desain *semi-submarine* untuk kawasan Taman Nasional Laut Sawu khususnya di daerah sekitar Kota Kupang, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan teknis didapatkan ukuran utama *semi-submarine*, yaitu :

<i>Length</i> (L)	=	14.49	m
<i>Breadth</i> (B)	=	3.54	m
<i>Height</i> (H)	=	2.98	m
<i>Draft</i> (T)	=	1.71	m
Kecepatan Dinas	=	8	knot
Kru	=	2	orang
Penumpang	=	30	orang
2. Rencana garis, rencana umum, *safety plan*, serta 3D model yang sesuai dengan karakteristik perairan Kota Kupang dapat dilihat di lampiran.
3. Dari analisis ekonomis *semi-submarine*, didapatkan hasil akhir biaya pembangunan kapal (*building cost*) sebesar Rp. 1,279,550,792 ; serta biaya operasional (*operational cost*) per tahun sebesar Rp. 779,957,080 dengan 12 hari waktu operasional per bulan serta harga tiket satu kali perjalanan Rp.120,000.

#### **VI.2. Saran**

Mengingat masih banyaknya perhitungan yang dilakukan dengan formula estimasi/pendekatan, maka untuk menyempurnakan tugas akhir ini terdapat beberapa saran, antara lain sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan uji coba menggunakan metode desain yang berbeda agar lebih mengetahui kelebihan dan kekurangan dari desain *semi-submarine*.
2. Perlu dilakukan perhitungan dan pemeriksaan konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal yang detail serta akurat.
3. Perlu dilakukan perhitungan kelistrikan yang lebih terperinci agar mendapatkan hasil yang akurat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR PUSTAKA

- Bank Mandiri. (June 2017). Bank Mandiri:  
[http://www.bankmandiri.co.id/article/777876140140.asp?article\\_id=777876140140](http://www.bankmandiri.co.id/article/777876140140.asp?article_id=777876140140)
- Bappeda NTT. (December 2017). Bappeda NTT: <http://bappeda.nttprov.go.id/>
- Beyond Ship. (December 2016). *Grand Turk Semi Submarine*. Hämtat från Beyond Ship:  
<http://www.beyondships3.com/grand-turk-semi-submarine.htm>. Retrieved December 2016
- BKI. (2009). *Biro Klasifikasi Indonesia Vol 2*. Jakarta: BKI.
- BKI Vol II. (2006). Indonesia.
- BoatIndonesia. (December 2016). BoatIndonesia:  
[http://www.sertifikasintr.org/view\\_content/1-73-buku\\_ncvs.ntr](http://www.sertifikasintr.org/view_content/1-73-buku_ncvs.ntr)
- Creta. (December 2016). Hämtat från Creta Semi Submarine: <http://www.semi-submarine.gr/>
- Department of Naval Architecture and Shipbuilding Engineering ITS. (2009). *Ship Resistance and Propulsion*. Jakarta: ITS.
- Emma Peristina Nurcholis Putri. (2016). *DESAIN KAPAL MONOHULL SEMI SUBMARINE SEBAGAI SARANA WISATA DI KARIMUNJAWA*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS.
- Googleearth. (2017). *Googleearth.com*. Googleearth.com. 2017
- Gustian P., A. (2013). *Studi Perancangan Trash-Skimmer Boat di Perairan Teluk Jakarta*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Handoko H. (1997). *Dasar-dasar manajemen produksi dan operasi edisi 1*. Yogyakarta: BPFE UGM.
- Harvald, S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons.
- Hiddali Kaisar Karnain. (2015). *DESAIN SEMI-SUBMARINE UNTUK KAPAL WISATA PULAU PISANG, LAMPUNG*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS.
- Ikehata, M., and Chandra, S. (1989). Theoretical Calculation of Propulsive Performances of Stator-Propeller in Uniform Flow by Vortex Lattice Method. *Journal of the Society of Naval Architects of Japan*, 166, 17-25.
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*. London: IMO Publishing.
- Japan Radio Co. (JRC). (2009). Catalogue. *Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)*. Tokyo.
- KKJI KKP. (December 2016). KKJI KKP: <http://kkji.kp3k.kkp.go.id/index.php/basisdata-kawasan->
- Kohdrata, N. (den 21 Mei 2012). *Analisis Regresi Sederhana*. Website Resmi Fakultas Pendidikan Universitas Udayana: <http://www.fp.unud.ac.id> den 7 Juni 2015
- Kurniawati, H.A. (2009). Lecture Handout. *Ship Outfitting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Manen, J. D., & Oossanen, P. V. (1988). Principles of Naval Architecture. i E. V. Lewis, *Principles of Naval Architecture Second Revision* (s. 153). Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Maritime Sales. (December 2016). Maritime Sales:  
<http://www.maritimesales.com/MN10.htm>. Retrieved December 2016



- Mustofa, A. (2015). Desain Public Catamaran Boat Dengan Sistem Penggerak Hybrid Pada Destinasi Wisata Kepulauan Raja Ampat Bagian Utara. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS*.
- Panorama Bali Tour. (December 2016). *Odyssey Submarine*. Hämtat från <http://panoramabalitour.com/odyssey-submarine/>). Retrieved December 2016
- Parsons, M. G. (1999). *Parametric Design*. Cambridge: SNAME.
- Polycarbonat, Acrylic vs Kaca . (u.d.). *Polycarbonat, Acrylic vs Kaca* .
- Principles of Naval Architecture Second Revision Volume I Stability and Strength. (1988). *The society of Naval Architecture and Marine Engineers*.
- Principle of Naval Architecture Vol I-Stability and Strength. (1988). *Principle of Naval Architecture Vol I-Stability and Strength*, 16.
- Principles Of Naval Architecture Vol II - Resistance, P. &. (u.d.).
- Principles of Yachts Design. (2007).
- Pujawan, N. (2009). *Ekonomi teknik: Edisi kedua*. Surabaya: Guna Widya.
- Rawson, K.J. and Tupper, E.C. (2001). *Basic Ship Theory* (5th uppl., Vol. 1). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Riyanto, B. (1998). *Analisis Kelayakan Investasi Bisnis*. Yogyakarta: Jalasutra.
- SemiSubmarine. (December 2016). Hämtat från Semi-Submarine.gr: <http://www.semi-submarine.gr/gallery.html>. Retrieved December 2016
- Sjahrir, A. (1993, Maret 22). Prospek Ekonomi Indonesia. *Jawa Pos*. Surabaya.
- Taggart, R. (1980). *Ship Design and Construction*. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Watson. (1998). *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. 1). (R. Bhattacharyya, Red.) Oxford: Elsevier.
- Watson, D. G., & Gilfillan, A. W. (1977). *Parametric Design*. Oxford: Transaction RINA.
- Yellow Submarine. (December 2016). Yellow Submarine: <http://www.yellowsubmarinearg.com/en/el->

# LAMPIRAN

LAMPIRAN A - PERHITUNGAN TEKNIS

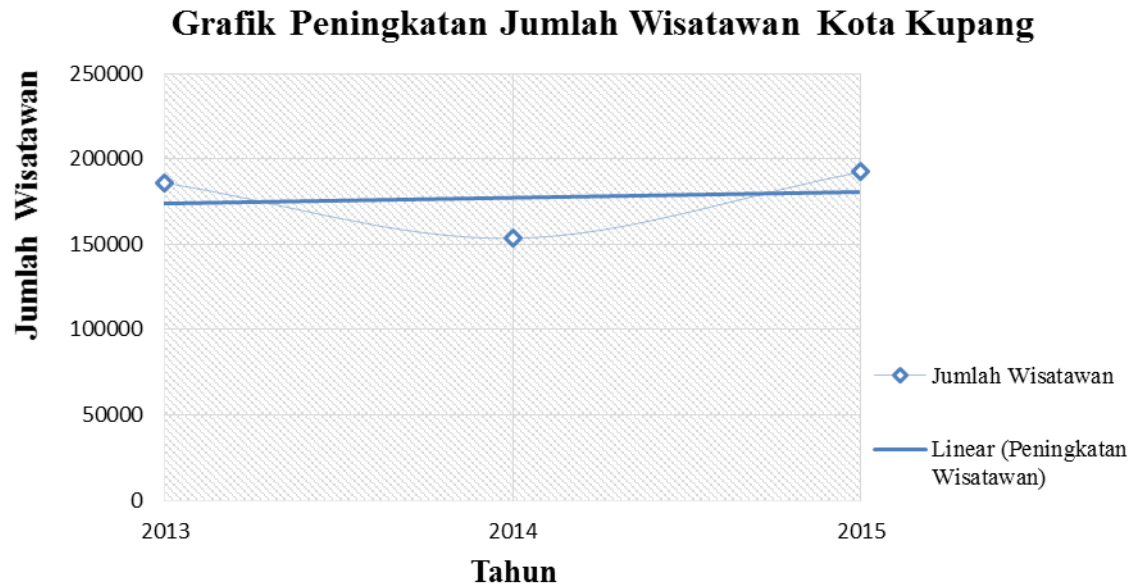
LAMPIRAN B - RENCANA GARIS, RENCANA  
UMUM, *SAFETY PLAN*, 3D MODEL

# **LAMPIRAN A**

## **PERHITUNGAN TEKNIS**

## PERHITUNGAN TEKNIS

### Perkiraan Wisatawan



Wisatawan yang berkunjung per hari:

Total wisatawan per hari = 512 orang

Kondisi ideal (minimum)

Untuk perkiraan wisatawan yang datang ke lokasi wisata pantai timor dan pulau kera diambil perkiraan 18 % dari wisatawan per hari.

$18\% \times 512.3 = 92.22 = 92$  orang

Tahun	Wisatawan Per-tahun	Per-hari	Per-destinasi	Per-trip
2013	186081	509.81	91.77	30.59
2014	153521	420.61	75.71	25.24
2015	192505	527.41	94.93	31.64
2016	183793	503.54	90.64	30.21
<b>2017</b>	<b>187005</b>	<b>512.34</b>	<b>92.22</b>	<b>30.74</b>

Dengan jumlah perkiraan tersebut dan perkiraan 3 trip, maka didapatkan hasil:

Kapasitas = 30.74

Digenapkan menjadi = 30 orang

Jadi *payload* yang digunakan adalah 30 orang.

### Detail Rute & Trip

Trip ini dibagi menjadi 4 tahap

1. Berangkat dari dermaga Pantai Timor menuju Pulau Kera.
2. Sampai di daerah Pulau Kera dan menikmati pemandangan bawah laut.
3. Perjalanan kembali menuju Pantai Timor.
4. Menikmati pemandangan bawah laut di pinggiran Pantai Timor hingga kembali ke dermaga



No.	Kecepatan	Jarak	Waktu
1	8 knot	± 7 km	± 25 menit
2	4 knot	± 5 km	± 40 menit
3	8 knot	± 7 km	± 25 menit
4	4 knot	± 4 km	± 30 menit

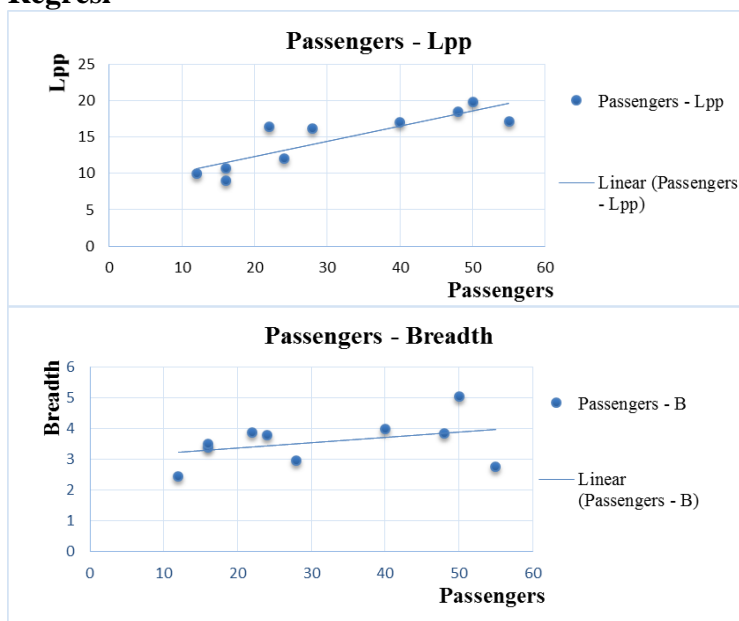
Jadi dalam satu *trip* jarak yang ditempuh adalah sekitar 23 km dan waktu yang dibutuhkan sekitar 2 jam.

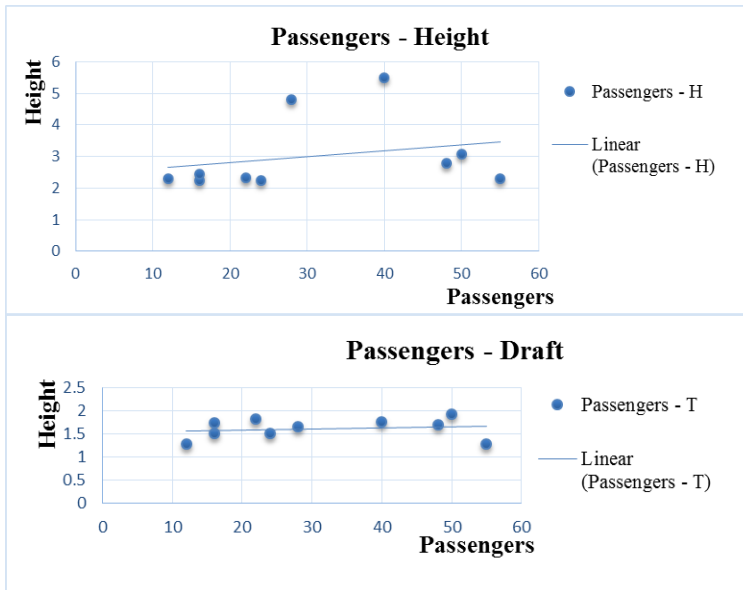
## Perhitungan Ukuran Utama

### Data Kapal Pembanding

No.	Nama Kapal	Passenger	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)
1	SS NAUTILUS	50	19.81	5.03	3.08	1.92
2	TIGER YELLOW SEMISUBMARINE 24	24	12	3.8	2.25	1.5
3	TIGER YELLOW SEMISUBMARINE 16	16	9	3.4	2.25	1.5
4	THE ARGOS	16	10.7	3.5	2.45	1.74
5	SEMISUBMARINE MN10-01	22	16.46	3.86	2.33	1.83
6	ODYSSEY SEMI SUBMARINE	40	17	4	5.5	1.75
7	THE YELLOW SEMISUBMARIN	28	16.16	2.95	4.8	1.65
8	Agena 12 pax	12	9.95	2.45	2.3	1.29
9	Agena 55 pax	55	17.1	2.75	2.3	1.28
10	HSS 6194	48	18.5	3.83	2.80	1.70
Min :			9	2.45	2.25	1.28
Max :			19.81	5.03	5.5	1.92

## Regresi





HASIL REGRESI	Y	X	NILAI
<b>Lpp</b>	$0.2102x + 8.1301$	30	14.490
<b>B</b>	$0.0172x + 3.0212$	30	3.537
<b>H</b>	$0.0188x + 2.4204$	30	2.984
<b>T</b>	$0.0023x + 1.5443$	30	1.713

#### Perhitungan Koefisien

##### Ukuran Utama Awal

$L_{pp}$	=	14.490 m
$L_{wl}$	=	14.490 m
$B$	=	3.537 m
$H$	=	2.984 m
$T$	=	1.713 m
$V_s$	=	8.000 knot
	=	4.115 m/s

##### Perhitungan Froude Number

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L_{PP}}} ; g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$= 0.3 ; 0.15 \leq Fn \leq 0.3$$

##### Perbandingan Ukuran Utama

$L/B$	=	4.097	; Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19	$\rightarrow 3.5 < L/B < 10$
$B/T$	=	2.065	; Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19	$\rightarrow 1.8 < B/T < 5$
$L/16$	=	0.906	; BKI Vol. II Tahun 2006	$\rightarrow H > L/16$

##### Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

###### 1. Koefisien Blok (Watson & Gilfillan)

$$C_B = \frac{V}{(L \cdot B \cdot T)}$$

$$= 0.233$$

###### b. LCB dari M

$$LCB = \frac{LCB (\%)}{100} \cdot L_{PP}$$

$$= -0.670 \text{ m dari M}$$

###### 2. Koefisien Luas Midship (Series '60)

$$C_M = \frac{A_M}{(T \cdot B_M)}$$

$$= 0.272$$

###### c. LCB dari AP

$$LCB = 0.5 \cdot L_{PP} - LCB_M$$

$$= 7.91542 \text{ m dari AP}$$

$$A_M = 1.646 \text{ m}^2$$

3. Koefisien Prismatic

$$C_P = \frac{C_B}{C_M}$$

$$= 0.859$$

4. Koefisien Bidang Garis Air

*Parametric Ship Design hal. 11 - 16*

$$C_{WP} = 0.180 + 0.860 \cdot C_P$$

$$= 0.919$$

5. Panjang Garis Air

$$L_{WL} = L_{pp}$$

$$= 14.490$$

6. Longitudinal Center of Bouyancy

*Parametric Design hal. 11-19*

a. LCB (%)

$$LCB = 8.80 - 38.9 \cdot F_n$$

$$= -4.627 \% \text{ LCB}$$

## Perhitungan Hambatan

### Perhitungan

1. Viscous Resistance

⊙  $C_{FO}$

$$R_n = \frac{L_{WL} \cdot V_S}{1.18831 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 50179876$$

$$= \text{Koefisien Tahanan Gesek}$$

$$C_{FO} = \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2}$$

$$= 0.002308$$

⊙  $1+k_1$

$$C = 1 + (0.11 \cdot C_{\text{stern}})$$

$$= 1$$

$$L_R/L = \frac{(1 - C_P) + (0.06 \cdot C_P \cdot LCB)}{(4 \cdot C_P) - 1}$$

$$= 0.04281$$

$$L_{WL}^3/V = \frac{L_{WL}^3}{L_{PP} \cdot B \cdot T \cdot C_B}$$

$$= 148.442$$

$$1+k_1 = 0.93 + 0.4871 \cdot C \cdot \left(\frac{B}{L}\right)^{1.0681} \cdot \left(\frac{T}{L}\right)^{0.4611} \cdot \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0.1216} \cdot \left(\frac{L_{WL}^3}{V}\right)^{0.3649} \cdot (1 - C_P)^{-0.6042}$$

$$= 2.13037$$

7. Volume Displasemen

$$V = \text{didapatkan dari desain}$$

$$= 20.495 \text{ m}^3$$

8. Displasemen

$$D = V \cdot \rho$$

$$= 21.007 \text{ ton}$$

## 2. Appendages Resistance

### ● Wetted Surface Area

$$A_{BT} = 0 \quad ; \text{tanpa bulbous bow}$$

$$S = L_{WL} \cdot (2 \cdot T + B) \cdot \sqrt{C_M} \cdot (0.453 + 0.4425 \cdot C_B - 0.2862 \cdot C_M - 0.003467 \cdot \frac{B}{T} + 0.3696 \cdot C_{WP}) + 2.38 \cdot \frac{A_{BT}}{C_B} \quad \text{Principle of Naval Architecture Vol. II hal 91}$$

$$= 42.651$$

$$S_{rudder} = 2 \cdot (C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot 1.75 \cdot L_{PP} \cdot \frac{T}{100})$$

$$BKI Vol. II hal 14-1$$

$$= 0.000$$

$$S_{bilgekeel} = 4 \cdot (0.6 \cdot C_B \cdot L_{PP}) \cdot \left( \frac{0.18}{C_B - 0.2} \right)$$

$$= 43.690834$$

$$S_{app} = S_{rudder} + S_{bilgekeel}$$

$$= 43.691$$

$$S_{total} = S + S_{app}$$

$$= 86.342$$

$$1 + k_2 = \frac{1.5 \cdot S_{rudder} + 1.4 \cdot S_{bilgekeel}}{S_{rudder} + S_{bilgekeel}}$$

$$= 0.000$$

$$1 + k = (1 + k_1) + ((1 + k_2) - (1 + k_1)) \cdot \frac{S_{app}}{S_{total}}$$

$$= 1.052$$

## 3. Wave Making Resistance

### ● $C_1$

$$B/L_{WL} = 0.24$$

$$C_4 = 0.5 - 0.0625 \times B / L \quad ; 0.11 \leq B/L_{WL} \leq 0.25 \quad (\text{PNA vol II hal 92})$$

$$C_4 = 0.244$$

$$Ta = 1.713 \quad m$$

$$Tf = 1.713 \quad m$$

$$i_E = 125.67 \cdot \frac{B}{L_{WL}} - 162.25 \cdot C_P^2 + 234.32 \cdot C_P^3 + 0.1551 \cdot [LCB_{AP} + (6.8 \cdot \frac{Ta - Tf}{T})^3]$$

$$= 58.833$$

$$d = -0.9 \quad ; \text{Principle of Naval Architecture hal.92}$$

$$C_1 = 2223105 \cdot C_4^{3.7861} \cdot \left( \frac{T}{B} \right)^{1.0796} \cdot (90 - i_E)^{-1.3757}$$

$$= 42.899$$

### ● $m_1$

$$C_5 = 8.0798 \cdot C_P - 13.8673 \cdot C_P^2 + 6.9844 \cdot C_P^3$$

$$\text{untuk } C_P \leq 0.8$$

$$= 1.135$$

$$m_1 = 0.01404 \cdot \frac{L_{WL}}{T} - 1.7525 \cdot \frac{\sqrt[3]{V}}{L_{WL}} - 4.7932 \cdot \left( \frac{B}{L_{WL}} \right) - C_5$$

$$= -2.517272$$

$$\lambda = 1.446 \cdot C_P - 0.03 \cdot \frac{L}{B} \quad ; \text{untuk } L/B \leq 12$$

$$= 1.119661$$



$$\begin{aligned} \odot m_2 & \\ C_6 &= -1.69385 \quad ; \text{ untuk } L_{WL}^3/V \leq 512 \\ m_2 &= C_6 \cdot 0.4 \cdot e^{-0.034 \cdot Fn^{-3.29}} \\ &= -0.219832 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \odot C_2 & \\ A_{BT} &= 0 \quad ; \text{ tanpa bulbous bow} \\ r_B &= 0.56 \cdot \sqrt{A_{BT}} \\ &= 0 \\ h_B &= 0 \\ i &= T_f - h_B - 0.4464 \cdot r_B \\ &= 1.713 \\ C_2 &= 1 \\ A_T &= 0 \end{aligned}$$

---


$$\begin{aligned} \odot C_3 &= 1 - \frac{0.8 \cdot A_T}{B \cdot T \cdot C_M} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \odot R_W/W &= C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{(m_1 \cdot Fn^d + m_2 \cdot \cos(\lambda \cdot Fn^{-2}))} \\ &= 0.0758893 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \odot C_A &= 0.006 \cdot (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205 \\ &= 0.0007603 \end{aligned}$$

$$\odot W = D \cdot g$$

$$= 206.1 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \odot R_{\text{total}} &= 0.5 \cdot 1025 \cdot V_S^2 \cdot S_{\text{total}} \cdot [(C_{FO} \cdot (1 + k) + C_A) + \left(\frac{R_W}{W} \cdot W\right)] \\ &= 2405.4698 \text{ N} \\ &= 2.4054698 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \odot R_{\text{total}} + \text{Margin } 15\% R_{\text{total}} & \\ &= 2.7662902 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \odot \text{Besarnya hambatan menggunakan maxsurf} & \\ &= 6.4 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sehingga hambatan yang di gunakan adalah 6.4 kN

32	6.975	0.302	0.693	3906.57
33	7.200	0.312	0.715	4542.78
34	7.425	0.322	0.737	5137.76
35	7.650	0.332	0.760	5637.85
36	7.875	0.341	0.782	6048.22
37	8.100	0.351	0.804	6419.75
38	8.325	0.361	0.827	6819.31
39	8.550	0.371	0.849	7310.40
40	8.775	0.380	0.871	7948.42

## Perhitungan Propulsi & Power

### Perhitungan Awal

$$\begin{aligned}
 1+k &= 1.0523625 \\
 C_F &= \frac{0.075}{(\log_{10} Rn - 2)} \\
 &= 0.002308 \\
 C_A &= 0.0008 \\
 C_V &= (1+k) \cdot C_F + C_A \\
 &= 0.0031891 \\
 w &= 0.3095 C_b + 10 C_v C_b - 0.23 D/\sqrt{BT} \text{ untuk tween screw} \\
 &= -0.0203424 \\
 t &= -0.0061184 \quad ; \text{Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 163} \\
 V_a &= \text{Speed of Advance} \\
 &= V_{\square} \cdot (1-w) \quad (\text{ref : PNA vol.II, hal.146}) \\
 &= 4.724
 \end{aligned}$$

### Effective Horse Power (EHP)

$$\begin{aligned}
 \text{EHP} &= R_T \cdot V_S \\
 &= 29.632 \quad \text{kW}
 \end{aligned}$$

### Propulsive Coefficient Calculation

$$\begin{aligned}
 \eta_H &= \text{Hull Efficiency} \\
 &= \frac{(1-t)}{(1-w)} \\
 &= 0.9860595 \\
 \eta_O &= \text{Open Water Test Propeller Efficiency} \quad (\text{diasumsikan}) \\
 &= 0.6 \quad (\text{asumsi berdasarkan hasil percobaan open water test propeller pada umumnya}) \\
 \eta_r &= \text{Rotative Efficiency} \quad ; \text{Ship Resistance and Propulsion} \\
 &= 0.985 \quad \text{Modul 7 hal. 2} \\
 \eta_D &= \text{Quasi-Propulsive Coefficient} \\
 &= \eta_H \cdot \eta_O \cdot \eta_r \\
 &= 0.5827612
 \end{aligned}$$

### Delivery Horse Power Calculation (DHP)

$$\begin{aligned}
 \text{DHP} &= \text{Delivery Horse Power} \\
 &= \frac{\text{EHP}}{\eta_D} \\
 &= 50.848 \quad \text{kW}
 \end{aligned}$$

### Brake Horse Power Calculation (BHP)

$$\begin{aligned}
 \text{BHP} &= \text{DHP} + (X\% \text{DHP}) \\
 X\% &= \text{Koreksi daerah pelayaran wilayah Asia Timur antara 15\%-20\% DHP)} \\
 X\% &= 15\% \quad (\text{Parametric Design Chapter 11, hal 11-29}) \\
 \text{BHP} &= 58.475 \quad \text{kW}
 \end{aligned}$$

$$\text{BHP} = 58.475 \quad \text{kW}$$

$$= 79.502 \quad \text{HP}$$

$$\text{Per 2 Mesin} = 39.75 \quad \text{HP}$$

Pemilihan Mesin Induk & Genset

Motor Tempel yang dipilih ialah Mercury Inline 4 dengan mempertimbangkan daya yang dihasilkan. Berikut adalah spesifikasi dari motor tempel tersebut.

Merk	Mercury	
Tipe	Inline 4	
Rpm	6000	rpm
Daya	50.0	HP
Berat	112	Kg



Penentuan Generator



<i>Consummable</i>						
Daya motor	=	50.0	HP	=	37	KW
Daya Generator dipilih	=	32.0	HP	=	24.0	KW
Merk Generator	=	Yuchai				
Tipe Generator	=	24 kw Series				
Daya	=	24.0	kw			
RPM	=	1500				
Konsumsi bahan bakar	=	6.23	liter/jam			
	=	0.00623	m <sup>3</sup> /jam			
$\rho$ gasoline	=	0.749	ton/m <sup>3</sup>			
konsumsi Bahan Bakar	=	0.00466627	ton/jam			
	=	0.03733016	ton/8jam			
Berat	=	700	kg			
Air tawar						
Untuk Toilet dan pending	=		300	liter		
	=		0.3	ton		
Konsumsi bahan bakar	=		8.23	liter/jam		
	=		0.00823	m <sup>3</sup> /jam		
$\rho$ gasoline	=		0.749	ton/m <sup>3</sup>		
konsumsi Bahan Bakar	=		0.00616427	ton/jam		
	=		0.04931416	ton/8jam		

## Perhitungan Beban

### Pelat Lunas Alas dan Bilga

Lebar pelat lunas tidak boleh kurang dari :

$$b = 800 + 5L \\ = 800 + 5 \cdot 12.47 = 870.3 \text{ mm}$$

Jadi : Lebar pelat lunas diambil = 1000 mm

Lebar pelat bilga diambil = 1000 mm

### Wrang Pelat

Tinggi wrang pelat tidak boleh kurang dari : -1.904

$$h = 55B - 45 \\ = 149.535 \text{ mm}$$

Jadi : h yang diambil ialah : 300 mm

### Basic external dynamic load ( $P_0$ )

$$P_0 = 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW} \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{Ref : } BKI \text{ vol 2 section 4})$$

$$C_0 = ((L/25) + 4.1) \times C_{RW} ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$C_0 = 3.497$$

$$C_{B \text{ min}} = 0.600$$

$$f = 1 \quad \text{untuk pelat kulit, geladak cuaca}$$

$$f = 0.75 \quad \text{untuk gading biasa, balok geladak}$$

$$f = 0.6 \quad \text{Untuk Gading Besar, Senta, Penumpu}$$

$$C_L = (L/90)^{1/2} ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= 0.395$$

$$C_{RW} = 0.75 ; \text{ untuk pelayaran lokal (L)}$$

$$P_0 = 2.1 \times (0.600 + 0.7) \times 3.497 \times 0.395 \times 1 \times 0.75$$

$$= 2.829 \quad [\text{kN/m}^2]$$

### Beban pelat pada sisi kapal ( $P_S$ )

Tabel 1

	Range	Factor $C_D$	Factor $C_F$
A	$0 \leq x/L < 0,2$	$1,2 - x/L$	$1,0 + 5/C_B [0,2 - x/L]$
	$x/L = 0.100$	$C_D = 1.100$	$C_F = 3.142$
M	$0,2 \leq x/L < 0,7$	1	1
	$x/L = 0.450$	$C_D = 1$	$C_F = 1$
F	$0,7 \leq x/L \leq 1$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$	$1 + 20/C_B [x/L - 0,7]^2$
	$x/L = 0.850$	$c = 0,15 \cdot L - 10$ $C_D = 1.250$	$C_F = 2.928$

#### daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$P_0 = 2.829 \quad \text{kN/m}^2$$

untuk,  $Z_1 = 0.800 \text{ m}$  (di bawah garis air)

$$P_S = 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \quad (\text{Ref : } BKI \text{ vol 2 section 4})$$

$$= 10 (1.7 - 0.800) + 2.829 \times 3.14 \times (1 + 0.800/1.7)$$

$$= 22.170 \quad \text{kN/m}^2$$

untuk,  $Z_2 = 2.123 \text{ m}$  (di atas garis air)

$$P_S = 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T)$$

$$= 20 \times 2.829 \times 3.142 / (10 + 2.123 - 1.7)$$

$$= 17.079 \quad \text{kN/m}^2$$

#### daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

untuk,  $Z_1 = 0.800 \text{ m}$  (di bawah garis air)

$$P_S = 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T)$$

$$= 10 (1.7 - 0.800) + 2.829 \times 1 \times (1 + 0.800/1.7)$$

$$= 13.281 \quad \text{kN/m}^2$$

untuk,  $Z_2 = 2.123 \text{ m}$  (di atas garis air)

$$P_S = 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T)$$

$$= 20 \times 2.829 \times 1 / (10 + 2.123 - 1.7)$$

$$= 5.436 \quad \text{kN/m}^2$$

**daerah  $0.7 \leq x/L \leq 1$  [F]**

untuk,  $z_1 = 0.800$  m (dibawah garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \\ &= 10 (1.7 - 0.800) + 2.829 \times 2.928 \times (1 + 0.800/1.7) \\ &= 21.281 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

untuk,  $z_2 = 2.123$  m (diatas garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\ &= 20 \times 2.829 \times 2.928 / (10 + 2.123 - 1.7) \\ &= 15.915 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

**Rekapitulasi beban pada sisi kapal**

A	22.170	kN/m <sup>2</sup>
	17.079	kN/m <sup>3</sup>
M	13.281	kN/m <sup>2</sup>
	5.436	kN/m <sup>2</sup>
F	21.281	kN/m <sup>2</sup>
	15.915	kN/m <sup>2</sup>

diambil nilai maksimal, maka  
 $P_S = 22.170 \quad \text{kN/m}^2$

**Beban pada dasar kapal ( $P_B$ )**

$$P_B = 10 \cdot T + P_0 \cdot C_F \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4})$$

**daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A]**

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 1.7 + 2.829 \times 3.142 \\ &= 26.019 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

**daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M]**

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 1.7 + 2.829 \times 1 \\ &= 19.959 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

**daerah  $0.7 \leq x/L \leq 1$  [F]**

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 1.7 + 2.829 \times 2.928 \\ &= 25.413 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

**Rekapitulasi beban pada dasar kapal**

A	26.019	kN/m <sup>2</sup>
M	19.959	kN/m <sup>2</sup>
F	25.413	kN/m <sup>2</sup>

diambil nilai maksimal, maka  
 $P_B = 26.019 \quad \text{kN/m}^2$

**Perbandingan beban sisi ( $P_S$ ) dengan beban dasar ( $P_B$ )**

$$P_S = 22.170 \quad \text{kN/m}^2$$

$$P_B = 26.019 \quad \text{kN/m}^2$$

diambil beban yang paling besar, maka beban maksimal pada hull

$$P = 26.019 \quad \text{kN/m}^2$$

### Beban pada geladak cuaca ( $P_D$ )

$$P_D = (P_0 \times 20 \times T \times C_D) / ((10 + Z - T)H) \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4})$$

$$P_0 = 2.829 \quad \text{kN/m}^2$$

$$H = 2.984 \quad \text{m}$$

$$Z = 2.984 \quad \text{m}$$

#### daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$C_D = 1.100$$

$$P_D = (2.829 \times 20 \times 1.7 \times 1.100) / [(10 + 2.984 - 1.7) \times 2.984]$$

$$= 3.170 \quad \text{kN/m}^2$$

#### daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$C_D = 1$$

$$P_D = (2.829 \times 20 \times 1.7 \times 1) / [(10 + 2.984 - 1.7) \times 2.984]$$

$$= 2.882 \quad \text{kN/m}^2$$

#### daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$C_D = 1.250$$

$$P_D = (2.829 \times 20 \times 1.7 \times 1.250) / [(10 + 2.984 - 1.7) \times 2.984]$$

$$= 3.603 \quad \text{kN/m}^2$$

### Rekapitulasi beban pada geladak cuaca

A	3.170	$\text{kN/m}^2$	diambil nilai maksimal, maka $P_D = 3.603 \quad \text{kN/m}^2$
M	2.882	$\text{kN/m}^2$	
F	3.603	$\text{kN/m}^2$	

## Perhitungan Tebal Pelat

### Jarak Gading (a)

Jarak yang diukur dari pinggir mal ke pinggir mal gading.

$$L = 14.06 \quad \text{m}$$

$$a_0 = L/500 + 0.48 \quad \text{m} \quad (\text{Ref: BKI 98})$$

$$= (14.06 / 500) + 0.48$$

$$= 0.51 \quad \text{m}$$

diambil :  $a = 0.60 \quad \text{m}$

### Tebal Pelat Minimum

$$t_{\min} = (1.5 - 0.01 \cdot L) \cdot (L \cdot k)^{1/2} ; \text{ untuk } L < 50 \text{ m}$$

$$= (1.5 - 0.01 \times 14.06) \times (14.06 \times 1)^{1/2}$$

$$= 5.097 \quad \text{mm} \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

$$t_{\max} = 16 \quad \text{mm}$$

### Tebal Pelat Alas

untuk  $0.4 L$  amidship :

$$t_{B1} = 1.9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_K ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

untuk  $0.1 L$  di belakang AP dan  $0.05 L$  di depan FP minimal :

$$t_{B2} = 1.21 \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana :

$k$  = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

$$n_f = 1$$

Untuk Konstruksi melintang

$$n_f = 0.83$$

Untuk Konstruksi memanjang

$$a = \text{jarak gading}$$

$$a = 0.60 \quad \text{m}$$

$$t_K = 1.5 \quad \text{untuk } t' < 10 \text{ mm}$$

$$t_K = (0.1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0.5 \quad \text{untuk } t' > 10 \text{ mm (max 3 mm)}$$

#### daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A], diambil $0.1 x/L$

$$P_B = 26.019 \quad \text{kN/m}^2$$

$$t_{B1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(26.019 \times 1) + t_K$$

$$= 5.815 + t_K$$

$$= 5.815 + 1.5$$

$$= 7.315 \quad \text{mm} \quad \gg \quad 8 \quad \text{mm}$$

$$t_{B2} = 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(26.019 \times 1) + t_K$$

$$= 3.703 + t_K$$

$$= 3.703 + 1.5$$

$$= 5.203 \quad \text{mm} \quad \gg \quad 6 \quad \text{mm}$$

jadi,  $t$  pada daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A]

$$t = 8 \quad \text{mm}$$

**daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M], diambil  $0.45 x/L$**

$$P_B = 19.959 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(26.019 \times 1) + t_K$$

$$= 5.093 + t_K$$

$$= 5.093 + 1.5$$

$$= 6.593 \text{ mm} \gg 7 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M]

$$t = 7 \text{ mm}$$

**daerah  $0.7 \leq x/L$  [F], diambil  $0.85 x/L$**

$$P_B = 25.413 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(25.413 \times 1) + t_K$$

$$= 5.747 + t_K$$

$$= 5.747 + 1.5$$

$$= 7.247 \text{ mm} \gg 8 \text{ mm}$$

$$t_{B2} = 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(25.413 \times 1) + t_K$$

$$= 3.660 + t_K$$

$$= 3.660 + 1.5$$

$$= 5.160 \text{ mm} \gg 6 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah  $0.7 \leq x/L$  [F]

$$t = 8 \text{ mm}$$

**Rekapitulasi tebal pelat alas :**

A	8	mm
M	7	mm
F	8	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka  
t alas = 8 mm

### Tebal Pelat Sisi

untuk 0.4 L amidship :

$$t_{S1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_S \cdot k)^{1/2} + t_K ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

untuk 0.1 L dibelakang AP dan 0.05 L didepan FP minimal :

$$t_{S2} = 1,21 \cdot a \cdot (P_S \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

$$n_f = 1$$

Untuk Konstruksi melintang

$$n_f = 0.83$$

Untuk Konstruksi memanjang

a = jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

$$t_K = 1.5 \text{ untuk } t' < 10 \text{ mm}$$

$$t_K = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5 \text{ untuk } t' > 10 \text{ mm (max 3 mm)}$$

**daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A], diambil  $0.106 L$**

$$P_S = 22.170 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(22.170 \times 1) + t_K$$

$$= 5.368 + t_K$$

$$= 5.368 + 1.5$$

$$= 6.868 \text{ mm} \gg 7 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(22.170 \times 1) + t_K$$

$$= 3.418 + t_K$$

$$= 3.418 + 1.5$$

$$= 4.918 \text{ mm} \gg 5 \text{ mm}$$

$$P_{S2} = 17.079 \text{ kN/m}^2 \text{ di atas garis air}$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(17.079 \times 1) + t_K$$

$$= 2.658 + t_K$$

$$= 2.658 + 1.5$$

$$= 4.158 \text{ mm} \gg 5 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(17.079 \times 1) + t_K$$

$$= 3.000 + t_K$$

$$= 3.418 + 1.5$$

$$= 4.500 \text{ mm} \gg 5 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A]

$$t = 7 \text{ mm}$$

**daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M], diambil 0.529 L**

$$P_{S1} = 13.281 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di bawah garis air}$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(13.281 \times 1) + t_K$$

$$= 4.154 + t_K$$

$$= 4.154 + 1.5$$

$$= 5.654 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \text{ mm}$$

$$P_{S2} = 5.436 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di atas garis air}$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(5.436 \times 1) + t_K$$

$$= 2.658 + t_K$$

$$= 2.658 + 1.5$$

$$= 4.158 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M]

$$t = 6 \text{ mm}$$

**daerah  $0.7 \leq x/L$  [F], diambil 0.812 L**

$$P_{S1} = 21.281 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di bawah garis air}$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(21.281 \times 1) + t_K$$

$$= 5.259 + t_K$$

$$= 5.259 + 1.5$$

$$= 6.259 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(21.281 \times 1) + t_K$$

$$= 3.349 + t_K$$

$$= 3.349 + 1.5$$

$$= 4.849 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}$$

$$P_{S2} = 15.915 \text{ kN/m}^2 \quad \text{di atas garis air}$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(15.915 \times 1) + t_K$$

$$= 4.548 + t_K$$

$$= 4.548 + 1.5$$

$$= 6.048 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(15.915 \times 1) + t_K$$

$$= 2.896 + t_K$$

$$= 2.896 + 1.5$$

$$= 4.396 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah  $0.7 \leq x/L$  [F]

$$t = 7 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat sisi :

A	7	mm
M	6	mm
F	7	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka

$$t \text{ sisi} = 7 \text{ mm}$$



### Tebal Pelat Geladak

Tebal pelat geladak ditentukan dari nilai terbesar dari formula berikut:

$$t_D = 1,21 \cdot a \cdot (P_D \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

a = jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

$$t_K = 1.5 \text{ untuk } t' < 10 \text{ mm}$$

$$t_K = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5 \text{ untuk } t' > 10 \text{ mm (max 3 mm)}$$

$$L = 14.0553 \text{ m}$$

**daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A], diambil  $0.10 x/L$**

$$P_D = 3.170 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{E1} = 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(3.170 \times 1) + t_K$$

$$= 1.293 + t_K$$

$$= 1.293 + 1.5$$

$$= 2.793 \text{ mm} \gg 4 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah  $0 \leq x/L < 0.2$  [A]

$$t = 4 \text{ mm}$$

**daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M], diambil  $0.45 x/L$**

$$P_D = 2.882 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{E1} = 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(2.882 \times 1) + t_K$$

$$= 1.233 + t_K$$

$$= 1.233 + 1.5$$

$$= 2.733 \text{ mm} \gg 4 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah  $0.2 \leq x/L < 0.7$  [M]

$$t = 4 \text{ mm}$$

**daerah  $0.7 \leq x/L$  [F], diambil  $0.85 x/L$**

$$P_D = 3.603 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{E1} = 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(3.603 \times 1) + t_K$$

$$= 1.378 + t_K$$

$$= 1.378 + 1.5$$

$$= 2.878 \text{ mm} \gg 4 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah  $0.7 \leq x/L$  [F]

$$t = 4 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat geladak :

A	4	mm	diambil nilai t yang paling besar, maka t geladak = 6 mm
M	4	mm	
F	4	mm	

**Rekapitulasi tebal pelat keseluruhan :**

	A	M	F	Diambil	Unit
<b>Pelat alas</b>	8	7	8	8	mm
<b>Pelat sisi</b>	7	6	7	8	mm
<b>Pelat geladak</b>	4	4	4	6	mm

## Equipment & Outfitting

### Equipment & Outfitting

#### 1. Kursi Penumpang

Jumlah kursi	=	30 unit
Tinggi	=	0.45 m
Berat kursi	=	3 kg
Berat Total	=	90 kg

#### 2. Kursi Crew

Jumlah kursi	=	2 unit
Tinggi	=	1.17 m
Berat kursi	=	8 kg
Berat Total	=	16 kg

#### 3. Jangkar

Pemilihan jangkar mengacu pada perhitungan Z number.

$$Z = \Delta^{(2/3)} + 2hB + 0,1A$$

ref : *Buku Ship Outfitting*

Dimana :

Z	=	Z Number		
$\Delta$	=	Moulded Displacemen	=	21.0074 ton
h	=	Freeboard	=	3.0454 m
B	=	Lebar	=	3.537 m
A	=	Luasan di atas sarat		
		Luasan deck	=	0 m <sup>2</sup>
		Luasan atap	=	15.408 m <sup>2</sup>
		Luasan total	=	15.408 m <sup>2</sup>
Z	=	30.6974		

Dari katalog jangkar di BKI vol.2 tahun 2009, dapat ditentukan berat dan jumlah jangkar dengan Z number 27.7 yakni :

Jumlah	=	2 unit
Berat min	=	40 kg

Sementara itu dari website [http://www.alibaba.com/product-detail/Boat-Yacht-Ship-Buoy-SS316-Stainless\\_360942375.html](http://www.alibaba.com/product-detail/Boat-Yacht-Ship-Buoy-SS316-Stainless_360942375.html) didapatkan jangkar dengan spesifikasi sebagai berikut:



Stainless steel 4 Fluke Anchor

#### Quick Details

Material:	Stainless Steel	Design:	Bruce Anchor	Certification:	LR
Weight (kg):	< 1000kg	Weight:	5KG-200KGS	Finish:	Surface Polish
Cert.:	CCS, ABS, LR, GL, NK, RS, DNV, KR, BV, RINA Main Used: Yacht, Sailing ship, Fishing boat				

Maka, jangkar yang dipilih dengan ialah :

Berat	=	40 kg
jumlah	=	2 unit
Berat total	=	80 kg

#### 4. Peralatan Navigasi dan Perlengkapan Lainnya

Belum ditemukan formula tentang perhitungan peralatan navigasi,

sehingga beratnya diasumsikan sebesar = 100 kg

## Perhitungan Berat DWT & LWT

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	<b>Berat Penumpang dan Barang Bawaan</b>		
	Jumlah penumpang	30	persons
	Berat penumpang	80	kg/person
	Berat barang bawaan	5	kg/person
	Berat total penumpang	2400	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	150	kg
	<b>Berat total</b>	<b>2550</b>	<b>kg</b>
2	<b>Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan</b>		
	Jumlah crew kapal	2	persons
	Berat crew kapal	75	kg/persons
	Berat barang bawaan	3	kg/persons
	Berat total crew kapal	150	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	10	kg
	<b>Berat total</b>	<b>160</b>	<b>kg</b>
3	<b>consummable</b>	<b>0.436</b>	<b>ton</b>
<b>Total Berat Bagian DWT</b>			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	2.550	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	0.160	ton
3	Berat Consummable	0.436	ton
<b>Total</b>		<b>3.146</b>	<b>ton</b>
Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	<b>Berat Alas dan Sisi Kapal</b>		
	<i>Dari software Maxsurf Pro &amp; Autocad, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
	Total luasan lambung kapal	130.740	m <sup>2</sup>
	Tebal pelat lambung	8	mm
		0.008	m
	Volume shell plate = luas x tebal	1.046	m <sup>3</sup>
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm <sup>3</sup>
		7850	kg/m <sup>3</sup>
	<b>Berat Total</b>	8210.472	kg
		<b>8.210</b>	<b>ton</b>
2	<b>Berat Geladak (deck) Kapal</b>		
	<i>Dari software Maxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan geladak kapal</i>		
	Total luasan geladak kapal	95.760	m <sup>2</sup>
	Tebal pelat geladak	6	mm
		0.006	m
	Volume shell plate = luas x tebal	0.575	m <sup>3</sup>
	<i>r</i> baja	7.85	gr/cm <sup>3</sup>
		7850	kg/m <sup>3</sup>
	<b>Berat Total</b>	4510.296	kg
		<b>4.510</b>	<b>ton</b>
3	<b>Berat Konstruksi Lambung Kapal</b>		
	<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat baja lambung kapal ( diambil 25% )</i>		
	Berat baja lambung + geladak kapal	12.721	ton
	25% dari berat baja kapal	3.180	ton
	<b>Berat Konstruksi Total</b>	<b>3.180</b>	<b>ton</b>
<b>Berat Baja total</b>		<b>15.901</b>	<b>ton</b>

4	<b>Berat Railing</b>			
	<i>Panjang railing didapatkan dari pengukuran railing dari rancangan umum</i>			
	<i>material railing menggunakan pipa aluminium dengan tebal 2 mm</i>			
	Panjang Railing	35.500	m	
	Diameter pipa	0.050	m	
	Tebal pipa	2.000	mm	
		0.002	m	
	Luas permukaan railing	5.576	m <sup>2</sup>	
	Volume railing = luas x tebal	0.011	m <sup>3</sup>	
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm <sup>3</sup>	
		2700	kg/m <sup>3</sup>	
	<b>Berat Total</b>	<b>30.112</b>	<b>kg</b>	
		<b>0.030</b>	<b>ton</b>	
5	<b>Equipment &amp; Outfitting</b>			
	Berat Kursi Penumpang	3.000	kg	
	Jumlah kursi	30		
	Berat total kursi	90.000	kg	
	Berat kursi kapten	8.000	kg	
	Jumlah kursi	2.000		
	Berat total kursi	16.000	kg	
	Jangkar	80.000	kg	
	Peralatan Navigasi	100.000	kg	
		<b>Berat Total</b>	286.000	kg
		0.286	ton	
6	<b>Berat Kaca acrylic</b>			
	<i>Luasan kaca didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD</i>			
	Luas kaca	11179350	mm <sup>2</sup>	
		12.899	m <sup>2</sup>	
	Tebal acrylic	5.000	mm	
		0.005	m	
	Volume kaca = luas x tebal	0.064	m <sup>3</sup>	
	<i>r</i> acrylic	1190	kg/m <sup>3</sup>	
		<b>Berat Total</b>	<b>76.751</b>	<b>kg</b>
			<b>0.077</b>	<b>ton</b>
7	<b>Genset</b>			
	Berat	700.000	kg	
	jumlah	1.000	unit	
		<b>Berat Total</b>	700.000	kg
		0.700	ton	
8	<b>Berat Outboard Motor</b>			
	<i>Diambil dari katalog <b>yamaha F30</b></i>			
	Jumlah electric outboard motor	2	unit	
	Berat electric outboard motor	112.000	kg/unit	
	<b>Berat Total</b>	224.000	kg	
		<b>0.224</b>	<b>ton</b>	
<b>Total Berat Bagian LWT</b>				
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit	
1	Berat Alas dan Sisi Kapal	8.210	ton	
2	Berat Geladak (deck) Kapal	4.510	ton	
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	3.180	ton	
4	Berat Railing	0.030	ton	
5	Equipment & Outfitting	0.286	ton	
6	Berat Kaca acrylic	0.077	ton	
7	Berat Outboard Motor	0.224	ton	
8	Generator Set (Genset)	0.700	ton	
<b>Total</b>		<b>17.218</b>	<b>ton</b>	

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	3.146	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	17.218	ton
Total		20.364	ton

#### Margin/Selisih Berat dan Displacement

Berat Total (kg)	Displacement (kg)	Selisih (%)
20363.8	21007.4	3

#### Perhitungan Trim

##### Trim Calculation

Chapter 11 Parametric Design , Michael G. Parsons

##### Perhitungan :

##### Sifat Hidrostatik

###### 1. KB

$$\begin{aligned} KB/T &= 0.9 - 0.3 \cdot C_M - 0.1 \cdot C_B && \text{Parametric Ship Design hal. 11 - 18} \\ &= 0.79516 \end{aligned}$$

$$KB = 1.3621 \text{ m}$$

###### 2. BM<sub>T</sub>

$$\begin{aligned} C_I &= 0.1216 \cdot C_{WP} - 0.041 && \text{Transverse Inertia Coefficient} \\ &= 0.07075 && \text{Parametric Ship Design hal. 11 - 19} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_T &= C_I \cdot L_{PP} \cdot B^3 \\ &= 45.3636 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BM_T &= I_T / \nabla ; \text{jarak } B \text{ dan } M \text{ secara melintang} \\ &= 2.2134 \text{ m} \end{aligned}$$

###### 3. BM<sub>L</sub>

$$\begin{aligned} C_{IL} &= 0.350 \cdot C_{WP}^2 - 0.405 \cdot C_{WP} + 0.146 \\ &\text{Longitudinal Inertia Coefficient} \\ &= 0.0694 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_L &= C_{IL} \cdot L_{PP}^3 \cdot B \\ &= 746.823 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BM_L &= I_L / \nabla ; \text{jarak } B \text{ dan } M \text{ secara melintang} \\ &= 36.4393 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{GM}_L &= KB + BM_L - KG \\ &= 36.0275 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \text{Trim} &= ((LCG - LCB) \cdot L_{PP}) / GM_L && ; \text{Parametric Ship Design hal 11 - 27} \\ &= \mathbf{0.06 \text{ m}} \end{aligned}$$

Kondisi Trim

##### Trim Buritan

##### Batasan Trim

(Ref : Trim Maksimal menurut NCVS Chapt. II)

$$\text{Trim Max} = L/50 = \mathbf{0.2898} \quad (\text{untuk } L \leq 35 \text{ m})$$

## Perhitungan Freeboard/ Lambung Timbul

Perhitung lambung timbul kapal dengan panjang kurang dari 24 m tidak dapat menggunakan ketentuan Internasional Convention on Load Lines (ICLL) 1966. Oleh sebab itu, perhitungan lambung timbul menggunakan aturan Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged.

### 1. Tipe Kapal

(NCVS) Indonesian Flagged - Chapter 6 Section 5.1.2 menyebutkan bahwa :

Kapal Tipe A adalah :

- Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair
- Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka.
- Kapal yang memiliki tingkat keselamatan yang tinggi terhadap banjir.

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga kapal monohull semi-submarine termasuk kapal **Tipe B**

### 2. Lambung Timbul Standar ( $Fb_1$ )

$$\begin{aligned} Fb_1 &= 0,8 L \quad \text{cm} && \text{Untuk kapal dengan } L < 50 \text{ m} \\ Fb_1 &= 11.592 \quad \text{cm} \\ &= 0.1159 \quad \text{m} \end{aligned}$$

**II. Lambung Timbul Awal (fb) untuk kapal Tipe B**  
fb = 0,8 L cm, untuk L sampai dengan 50 m  
fb =  $(L/10)^2 + (L/10) + 10$  cm, untuk L lebih dari 50 m  
Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter

## Koreksi

### 1. Koefisien Block

Koreksi  $C_B$  hanya untuk kapal dengan  $C_B > 0.68$

$$C_B = 0.1577 \quad \text{Tidak ada koreksi}$$

### 2. Depth (D)

$$L/15 = 0.966$$

$$D = 1.713 \quad \text{m}$$

jika,  $D < L/15$  ; tidak ada koreksi

jika,  $D > L/15$  ; lambung timbul standar ditambah dengan 20 (D - L/15) cm

$$D > L/15 \quad \text{maka,}$$

$$\text{Koreksi} = 20 (2 - 0,864)$$

$$= 14.94 \quad \text{cm} = 0.1494 \quad \text{m}$$

$$Fb_2 = 0.2653 \quad \text{m}$$

---

### 3. Koreksi Bangunan Atas

Kapal tidak memiliki bangunan atas, maka tidak ada koreksi bangunan atas.

Sehingga, koreksi pengurangan lambung timbul bangunan atas

$$= 0 \quad \text{m}$$

### Total Lambung Timbul

$$F_b' = Fb_2 - \text{Pengurangan}$$

$$= 0.27 \quad \text{m}$$

### Ketinggian Bow Minimum ( $B_{WM}$ )

Persyaratan tinggi bow minimum tidak disyaratkan untuk kapal dengan panjang kurang dari 24 meter. Sehingga tidak ada peraturan untuk tinggi bow minimum.

### Batasan

#### 1. Lambung Timbul Sebenarnya

$$F_b = H - T$$

$$= 1.184 \quad \text{m}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

$$\text{Kondisi} = \text{Diterima}$$

## Stabilitas

Pengukuran/perhitungan stabilitas menggunakan Software Hydromax, mengacu pada regulasi Non Convention Vessel Standard yang menyatakan kriteria stabilitas yang digunakan sesuai dengan IMO A 749 (18).

Kriteria IMO No. A 749 (18)	Satuan
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	<b>meter.derajat</b>
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	<b>meter.derajat</b>
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	<b>meter.derajat</b>
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	<b>meter</b>
$\theta GZ_{\max} \geq 25$	<b>derajat</b>
$GM \geq 0.15$	<b>meter</b>
$\text{crowding arm}_{\max} \leq 10$	<b>derajat</b>

Kondisi muatan 100 %

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	10.436	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	18.188	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	7.752	<i>Accepted</i>
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.757	<i>Accepted</i>
$\theta GZ_{\max} \geq 25^\circ$	derajat	110°	<i>Accepted</i>
$GM \geq 0.15$	meter	1.776	<i>Accepted</i>
$\text{crowding arm}_{\max} \leq 10^\circ$	derajat	3.200°	<i>Accepted</i>

Kondisi muatan 50 %

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	10.430	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	18.183	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	7.753	<i>Accepted</i>
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.758	<i>Accepted</i>
$\theta GZ_{\max} \geq 25^\circ$	derajat	110°	<i>Accepted</i>
$GM \geq 0.15$	meter	1.803	<i>Accepted</i>
$\text{crowding arm}_{\max} \leq 10^\circ$	derajat	3.100°	<i>Accepted</i>

Kondisi muatan 75 %

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	10.457	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	18.199	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	7.742	<i>Accepted</i>
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.753	<i>Accepted</i>
$\theta GZ_{\max} \geq 25^\circ$	derajat	110°	<i>Accepted</i>
$GM \geq 0.15$	meter	1.803	<i>Accepted</i>
$\text{crowding arm}_{\max} \leq 10^\circ$	derajat	3.100°	<i>Accepted</i>

Kondisi muatan 10 %

Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas	Kondisi
$A\theta_{(30)} \geq 3.151$	meter.derajat	10.374	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(40)} \geq 5.157$	meter.derajat	18.137	<i>Accepted</i>
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	7.753	<i>Accepted</i>
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.766	<i>Accepted</i>
$\theta GZ_{\max} \geq 25^\circ$	derajat	111°	<i>Accepted</i>
$GM \geq 0.15$	meter	1.729	<i>Accepted</i>
$\text{crowding arm}_{\max} \leq 10^\circ$	derajat	3.200°	<i>Accepted</i>

## Biaya Pembangunan Kapal

		No	Item	Value	Unit
Baja Kapal	1	Alas dan Sisi Kapal			
		(tebal pelat lambung = 8 mm, jenis material = baja)			
		Sumber: Krakatau Steel (Persero) Historical Price, per Mei 2016 ( <a href="http://www.kemenperin.go.id/artikel/15400/Industri-Baja-Bangkit-Tahun-Ini">http://www.kemenperin.go.id/artikel/15400/Industri-Baja-Bangkit-Tahun-Ini</a> )			
		Harga	485.00	USD/ton	
		Berat hull	8.21	ton	
		Harga Lambung Kapal (hull)	3982.08	USD	
	2	Geladak Kapal (deck)			
		(tebal pelat geladak = 5 mm, jenis material = baja)			
		Sumber: Krakatau Steel (Persero) Historical Price, per 1 Januari 2015 ( <a href="http://www.krakatausteel.com/?page=viewnews&amp;action=view&amp;id=1890">http://www.krakatausteel.com/?page=viewnews&amp;action=view&amp;id=1890</a> )			
		Harga	492.00	USD/ton	
		Berat geladak	4.51	ton	
		Harga geladak kapal	2219.07	USD	
	3	Konstruksi Lambung			
		Sumber: Krakatau Steel (Persero) Historical Price, per 1 Januari 2015 ( <a href="http://www.krakatausteel.com/?page=viewnews&amp;action=view&amp;id=1890">http://www.krakatausteel.com/?page=viewnews&amp;action=view&amp;id=1890</a> )			
		Harga	492.00	USD/ton	
		Berat konstruksi	3.180	ton	
		Harga Konsruksi Lambung	1564.7	USD	
		Total Berat Baja Kapal		15.901	ton
	Total Harga Baja Kapal		7766	USD	
Equipment & Outfitting	No	Item	Nilai	Unit	
	1	Railing			
		Sumber: <a href="http://www.metaldepot.com">www.metaldepot.com</a>			
		Harga	22.00	USD/m	
		Panjang railing dan tiang penyangga	35.50	m	
		Harga Railing dan Tiang Penyangga	781	USD	
	2	Kaca acrylic			
		Sumber: <a href="http://www.alibaba.com/product-detail/FLOAT-Glass-TEMPERED.html">www.alibaba.com/product-detail/FLOAT-Glass-TEMPERED.html</a>			
		Harga	6.5	USD/m <sup>2</sup>	
		Luas kaca	12.90	m <sup>2</sup>	
		Harga Kaya acrylic	84	USD	
	3	Kursi Penumpang			
		Sumber: <a href="http://www.alibaba.com">www.alibaba.com</a>			
		Jumlah	30	unit	
		Harga per unit	60	USD	
		Harga Kursi	1,800	USD	
	4	Jangkar			
		Jumlah	2	unit	
		Harga per unit	100	USD	
		Harga jangkar	200	USD	



	<b>5</b>	<b>Peralatan Navigasi &amp; Komunikasi</b>	
		<b>a. Peralatan Navigasi</b>	
		<b>Radar</b>	<b>2,500 USD</b>
		<b>Kompas</b>	<b>50 USD</b>
		<b>Chart Plotter - GPS</b>	<b>3,500 USD</b>
		<b>Lampu Navigasi</b>	
		<b>- Masthead Light</b>	<b>9.4 USD</b>
		<b>- Anchor Light</b>	<b>8.8 USD</b>
		<b>- Starboard Light</b>	<b>10 USD</b>
		<b>- Portside Light</b>	<b>10 USD</b>
		<b>Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)</b>	<b>17,000 USD</b>
		<b>Automatic Identification System (AIS)</b>	<b>4,000 USD</b>
		<b>Telescope Binocular</b>	<b>50 USD</b>
		<b>Harga Peralatan Navigasi</b>	<b>27,138 USD</b>
		<b>b. Peralatan Komunikasi</b>	
		<b>Radiotelephone</b>	
		<b>Jumlah</b>	<b>1 Set</b>
		<b>Harga per set</b>	<b>200 USD</b>
		<b>Harga total</b>	<b>200 USD</b>
		<b>Digital Selective Calling (DSC)</b>	
		<b>Jumlah</b>	<b>1 Set</b>
		<b>Harga per set</b>	<b>250 USD</b>
		<b>Harga total</b>	<b>250 USD</b>
		<b>Navigational Telex (Navtex)</b>	
		<b>Jumlah</b>	<b>1 Set</b>
		<b>Harga per set</b>	<b>3,000 USD</b>
		<b>Harga total</b>	<b>3,000 USD</b>
		<b>EPIRB</b>	
		<b>Jumlah</b>	<b>1 Set</b>
		<b>Harga per set</b>	<b>600 USD</b>
		<b>Harga total</b>	<b>600 USD</b>
		<b>VHF Radiotelephone</b>	
		<b>Jumlah</b>	<b>2 Unit</b>
		<b>Harga per unit</b>	<b>100 USD</b>
		<b>Harga total</b>	<b>200 USD</b>
		<b>Harga Peralatan Komunikasi</b>	<b>4,250</b>
		<b>Total Harga Equipment &amp; Outfitting</b>	<b>34253 USD</b>

Tenaga Penggerak	No	Item	Nilai	Unit
	1	Outboard Motor		
		Jumlah outboard motor	2	unit
		Harga per unit	6078	USD/unit
		Shipping Cost	1,500	USD
		Harga Outboard Motor	13656	USD
	2	Komponen Kelistrikan		
		saklar, kabel, dll		
		Diasumsikan sebesar	500	USD
		Harga Komponen Kelistrikan	500	USD
	3	Genset		
		(1unit Genset merk Deutz )		
		Jumlah Genset	1	unit
		Harga per unit	8000	USD/unit
		Shipping Cost	7,500	USD
		Harga Genset	15500	USD
		Total Harga tenaga penggerak	29656	USD

Biaya Pembangunan	No	Item	Nilai	Unit
	1	Baja Kapal	7766	USD
	2	Equipment & Outfitting	34253	USD
	3	Tenaga Penggerak	29656	USD
		Total Harga (USD)	71675	USD
		Kurs Rp - USD (per 12 Mei 2017, BI)	13273	Rp/USD
		Total Harga Pokok (Rupiah)	951,338,878.98	Rp

Koreksi Ekonomi	Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah			
	(sumber: Tugas Akhir "Studi Perancangan Trash-Skimmer Boat Di Perairan Teluk Jakarta", 2012)			
	No	Item	Value	Unit
	1	Keuntungan Galangan		
		10% dari biaya pembangunan awal (Kebijakan Pemerintah)		
		Keuntungan Galangan	95,133,887.90	Rp
	2	Biaya Untuk Inflasi		
		2% dari biaya pembangunan awal		
		Biaya Inflasi	19,026,777.58	Rp
	3	Biaya Pajak Pemerintah		
		10% dari biaya pembangunan awal		
		Biaya Dukungan Pemerintah	95,133,887.90	Rp
	4	Biaya Produksi (Non Weight Cost)		
		12.5% dari biaya pembangunan awal (Practical Ship Design)		
		Biaya Pengerjaan Galangan	118,917,359.87	Rp
		Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi	328,211,913.25	Rp
		TOTA BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL	1,279,550,792.23	Rp

## Biaya Operasional Kapal

Pinjaman Bank	Nilai	Unit
Building Cost	1,279,550,792	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	831,708,015	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	112,280,582	Per tahun
Masa Pinjaman	5	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	278,622,185	Rp

### Biaya Perawatan

Diasumsikan 10% total dari building cost

Total maintenance cost                      Rp                      127,955,079    per tahun

### Asuransi

Diasumsikan 2% total dari building cost

Biaya asuransi                                      Rp                      25,591,016    per tahun

### Gaji Crew Kapal

Jumlah crew kapal                                      2                      orang

Gaji crew kapal per bulan                      Rp                      3,600,000    per orang

Gaji crew kapal per tahun                      Rp                      43,200,000    per orang

Gaji Total Crew                                      Rp                      86,400,000

### Bahan Bakar

Asumsi Operasional Diesel                                      8 jam/hari

Kebutuhan Bahan Bakar                                      22.69 liter/jam

Harga bahan bakar                                      Rp                      10,000    per liter

Harga bahan bakar                                      Rp                      1,815,200    per hari

Harga bahan bakar                                      Rp                      21,782,400    per bulan

Harga bahan bakar                                      Rp                      261,388,800    per tahun

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp                      278,622,185	per tahun
Gaji Crew	Rp                      86,400,000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp                      127,955,079	per tahun
Asuransi	Rp                      25,591,016	per tahun
Bahan Bakar	Rp                      261,388,800	per tahun
Total	Rp                      779,957,080	per tahun

**Perhitungan Net Present Value dan Break Event Point  
Revenue**

**Perencanaan Trip**

Bulan	Trip per Hari	Jumlah Hari	Trip per Bulan
Januari	3	12	36
Februari	3	12	36
Maret	3	12	36
April	3	12	36
Mei	3	12	36
Juni	3	12	36
Juli	3	12	36
Agustus	3	12	36
September	3	12	36
Oktober	3	12	36
November	3	12	36
Desember	3	12	36
Perencanaan Trip Dalam 1 Tahun			432

Kapasitas maksimal kapal 30 Orang

**Perencanaan Harga Tiket 1 Kali Trip**

Rute	Jumlah Penumpang	Harga Tiket	Pendapatan
	30	Rp 120,000	Rp 3,600,000
Total Pendapatan 1 kali Trip			Rp 3,600,000

Revenue per trip Rp 3,600,000

Revenue per tahun Rp 1,555,200,000

**Perhitungan NPV**

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-1,279,550,792.2		-1,279,550,792	-1,279,550,792
1	1,555,200,000.00	-779,957,080	775,242,920	-504,307,872
2	1,555,200,000.00	-779,957,080	775,242,920	270,935,048
3	1,555,200,000.00	-779,957,080	775,242,920	1,046,177,968
4	1,555,200,000.00	-779,957,080	775,242,920	1,821,420,887
5	1,555,200,000.00	-779,957,080	775,242,920	2,596,663,807

Bunga Bank = 13.5%

NPV = Rp. 1,478,507,450

IRR = 36%

Karena nilai NPV > 0, maka investasi proyek ini LAYAK dilakukan

Dalam ilmu ekonomi, terutama akuntansi biaya, titik impas (*break event point*) adalah sebuah titik dimana biaya atau pengeluaran dan pendapatan adalah seimbang sehingga tidak terdapat kerugian atau keuntungan. Untuk menghitung BEP dapat dilakukan dengan menggunakan dua formula, yaitu :

a. Berdasarkan Unit

$$X = \frac{TFC}{P - V}$$

$$= \frac{TFC}{P - V}$$

dimana, X adalah unit

TFC adalah biaya tetap

P adalah harga per unit

V adalah biaya variabel per unit

b. Berdasarkan nilai

$$BEP = \frac{TFC}{P - V}$$

dimana, BEP adalah break event point

TFC adalah biaya tetap

P adalah harga per unit

V adalah biaya variabel per unit

Dalam Tugas Akhir ini perhitungan BEP dilakukan dengan formula 6.2. hal ini dikarenakan yang

TFC = Biaya pembangunan Kapal

= Rp 1,279,550,792

P = Pemasukan per tahun

= Rp 1,555,200,000

V = biaya operasional per tahun

= Rp 779,957,080

BEP = 1.7

Jadi, BEP terjadi ketika 1.7 tahun kapal untuk kembali modal

**LAMPIRAN B**  
**RENCANA GARIS, RENCANA**  
**UMUM, SAFETY PLAN, 3D MODEL**

## BIODATA PENULIS



Yoga Saputra, lahir di Surabaya 9 Desember 1994. Penulis merupakan anak tunggal dari dalam keluarga. Menempuh wajib belajar Sembilan tahun pada 2000-2006 di SDN Airlangga IV, kemudian melanjutkan pendidikannya di SMP YPPI 2 Surabaya pada 2006-2009, dan melanjutkan pendidikannya lagi di SMA YPPI 1 Surabaya 2009-2012. Setelah lulus SMA, mengikuti SNMPTN undangan hingga akhirnya lolos dan diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Saat kuliah juga mengikuti beberapa kepanitiaaan kegiatan antara lain anggota sub kegiatan SFSC SAMPAN 7 Perkapalan (2013), OC GERIGI ITS (2013), Konseptor sub kegiatan SFSC SAMPAN 8 Perkapalan (2014), Anggota sie perlengkapan ITS EXPO 2014, Konseptor Teknis ITS EXPO 2015. Juga beberapa pelatihan yang pernah diikuti seperti PKTI (2012) dan LKMM Pra TD FTK ITS (2012).

Email: [agoygan@gmail.com](mailto:agoygan@gmail.com)